PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 15. | 1. Mai 1902. | 3. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 16 am 7. Mai 1902.

INHALT.

Originalmitteilungen:

A. Gradenwitz, Über eine neue Methode zur Bestimmung von Kapillarkonstanten verdünnter Salzlösungen. S. 329.

J. J. Taudin Chabot, Reflexion und Refraktion mittels einer natürlich gekrümmten Fläche, zwecks Demonstration geometrisch-optischer Grunderscheinungen. S. 331.

F. Kurlbaum, Über das Reflexionsvermögen von Flammen. S. 332.

C. Heinke, Über gleichgerichteten Wechselstrom. S. 334.

C. D. Child, Die Geschwindigkeit der von heissen Drähten ausgehenden Ionen. II. S. 336.

H. Ebert, Galvanometrische Messung des elektrischen Ausgleichs zwischen den Ionenladungen der Atmosphäre und der Ladung der Erdoberfläche. S. 338.

Referate:

R. Knietsch, Über die Schwefelsäure und ihre Fabrikation nach dem Kontaktverfahren. S. 340.

A. Finkelstein, Über passives Eisen. S. 341.

C. von Szily, Zugversuche mit auf inneren Druck beanspruchten Röhren. S. 343.

A. E. Kennelly, Der neue Edison-Akkumulator. S. 344.

Besprechungen:

Looser, Versuche aus der Wärmelehre und verwandten Gebieten mit Benutzung des Doppelthermoskops. S. 346.

R. Sissingh, Über einige Eigenschaften der photographischen Linsensysteme. S. 346.

E. B. Wilson, Vector Analysis. S. 347.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1899 und 1900. S. 347.

Die Fortschritte der Physik 1902 (Halbmonatl. Litteraturverzeichnis). S. 348.

K. Zulkowski, Zur Erhärtungstheorie der hydraulischen Bindemittel. S. 349.

J. Zacharias, Die Akkumulatoren zur Aufspeicherung des elektrischen Stromes. S. 350.

R. Etzold, Zeitbestimmung mittels des Passage-Instruments. S. 351.

F. Giesel, Über radioaktive Substanzen und deren Strahlen. S. 351.

G.-A. Hemsalech, Experimentaluntersuchungen über die Funkenspektren. S. 351.

E. Vogel, Taschenbuch der praktischen Photographie. S. 352.

Tagesereignisse. S. 352.

Personalien. S. 352.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über eine neue Methode zur Bestimmung von Kapillarkonstanten verdünnter Salzlösungen.

Von Alfred Gradenwitz.[1])

Während über die Messungen von Kapillarkonstanten sonst eine so reiche Litteratur vorliegt, ist das Gebiet der Salzlösungen, deren Konzentration unter 0,5 normal liegt, bisher fast unerforscht geblieben.

Und doch bieten gerade solche verdünntere Lösungen ein ganz besonderes Interesse, da gewisse andere für Lösungen charakteristische Konstanten, die sonst sich additiv verhalten, bei zunehmender Verdünnung einen mehr und mehr anomalen Verlauf zeigen, und man daher bei den Kapillarkonstanten eine ähnliche Anomalie erwarten durfte. Doch die bisher angewandten Methoden waren für eine derartige Untersuchung kaum geeignet, da die kleinen Unterschiede zwischen dem Werte dieser Konstanten für Wasser einerseits und für verdünnte Salzlösungen andererseits von der Grössenordnung der Versuchsfehler sind.

Mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Heydweiller, legte mir deswegen den Gedanken nahe, eine Lösung dieser Frage in der Weise zu suchen, dass die klassische Steighöhenmethode eine Abänderung erführe; und zwar sollte ein System zweier ganz ähnlicher Röhren in Anwendung kommen, von denen die eine in reines Wasser, die andere in die zu untersuchende Lösung tauchte, und direkt sollten nicht die Steighöhen selbst, sondern die sehr kleinen Steighöhenunterschiede in beiden Röhren gemessen werden.

In Anbetracht der Schwierigkeiten, welche eine derartige Messung bietet, wenn sie direkt ausgeführt wird, wurde ich jedoch nach einigem Experimentieren auf folgendes Verfahren geführt, das eine Genauigkeit ermöglicht, die der einer direkten Messung überlegen ist.

Die zu untersuchende Flüssigkeit — bei Beginn jeder Reihe war dies reines Wasser — wurde auf eine Quecksilberschicht von etwa 2 cm aufgegossen. Hierauf gab man eine gewisse Menge Lösung von bekannter Konzentration hinzu, veränderte so die Kapillarkonstante der Flüssigkeit und kompensierte dann die eingetretene Verschiebung des Meniskus in der Röhre durch Wegnahme oder Hinzufügen von Quecksilber. Eine Wägung dieser hinzugefügten oder weggenommenen Quecksilbermenge ergab dann mit beträchtlicher Genauigkeit besagten Höhenunterschied: man brauchte nur den Querschnitt des Gefässes zu kennen oder auf empirischem Wege den Reduktionsfaktor zu bestimmen. (Es entsprach der Hinzufügung von 27 g Quecksilber eine Niveauveränderung von etwa 1 mm.) Von diesem Höhenunterschied musste man jedoch die durch Zufügung von Lösung entstandene Niveauveränderung abziehen, um den der Veränderung der spezifischen Kohäsion proportionalen Betrag zu erhalten.

Nach dieser Andeutung der Methode gehe ich zur Beschreibung des Apparates über:

Das Gefäss V (Fig. 1) stellt ein kommunizierendes Röhrensystem dar, dessen weiter Arm als Versuchsgefäss dient.

1) Ausführlich in der gleichlautenden Inaugural-Dissertation des Verfassers (Breslau 1902).

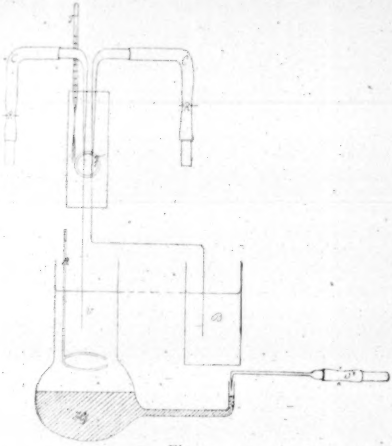


Fig. 1.

Auf den Boden desselben ist sorgfältig gereinigtes Quecksilber aufgegossen, das sowohl die enge Horizontalröhre als den gleichfalls engen und kurzen anderen Arm des Systems völlig erfüllt. Dann wird die zu untersuchende Flüssigkeit auf das Quecksilber im Hauptarm aufgegossen. Vermittelst des Kapillarhebers S kann man, durch Hinzufügung oder Wegnahme von Quecksilber aus dem engen Arm, das Niveau im Versuchsgefäss um winzige Beträge verändern.

Das weite Rohr M oberhalb von V ist unten mit einem Kautschukstopfen geschlossen und ist voll Wasser; durch dasselbe hindurch gehen zwei Kapillarröhren, von denen die eine in die Versuchsflüssigkeit taucht, während die andere in das Wasser des Becherglases B eintaucht und der Kontrolle dient, indem sie den Einfluss der schon durch das Flüssigkeitsbad gedämpften Temperaturschwankungen auszuschliessen gestattet. Beide Menisken werden durch das Fensterchen F hindurch mit dem Fernrohr eines Kathetometers beobachtet, mit dem man auch den ungefähren Gesamtbetrag der Steighöhe im Versuchsgefässe misst. Das Thermometer T ist in Zehntelgrade geteilt und giebt die Temperatur des Bades dicht an den beiden Menisken an.

Da ich in dieser kurzen Notiz weder die vollständige Theorie des Apparates mit seinem Korrektionsfaktor, noch die Einzelheiten der Versuche selbst wiedergeben kann, muss ich diejenigen, die sich hiervon ein Bild machen wollen, auf meine oben citierte Arbeit verweisen. In derselben gebe ich auch eine historisch-kritische Besprechung der Arbeiten meiner Vorgänger.

Vorliegende Methode ist auf Lösungen der Chloride und Nitrate von Natrium, Kalium und Lithium angewandt worden, deren Konzentration

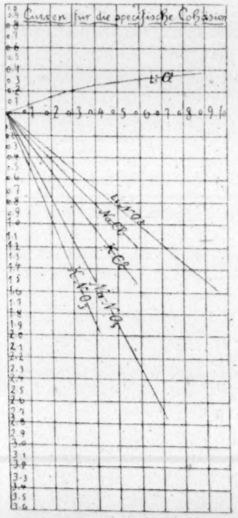


Fig. 2.

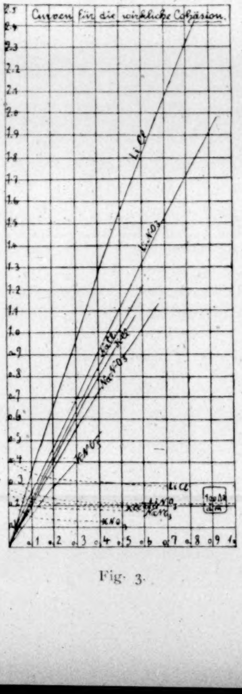


Fig. 3.

von 0,1 bis 0,5 normal ging. Was die Resultate anbelangt, so gebe ich hier nur die Kurven für spezifische und wahre Kohäsion wieder. (Fig. 2 und 3).

Es bezeichnen die Abscissen die Normalitäten m, die Ordinaten die prozentischen Zunahmen der Kohäsionen, bezogen auf die des reinen Wassers; die punktierten Linien geben schliesslich den Verlauf der Quotienten $\frac{\Delta\alpha}{\alpha m}$ wieder.

In der Originalarbeit ist ferner ein Vergleich der Resultate mit denen anderer Experimentatoren, sowie eine eingehende Diskussion derselben nebst einer Anzahl empirischer Gesetzmässigkeiten zu finden.

(Eingegangen 16. März 1902.)

Reflexion und Refraktion mittels einer natürlich gekrümmten Fläche, zwecks Demonstration geometrisch-optischer Grunderscheinungen.

Von J. J. Taudin Chabot.

Die Oberfläche plastischer bis tropfbarflüssiger, in einem starrwandigen Cylindergefäss um die vertikale Cylinderachse rotierender Massen erscheint bekanntlich als Paraboloidkuppe vertieft: es erstreckt sich jedes Oberflächenelement normal zur Resultante von Gewicht, gM, und Fliehkraft, rn^2M; — M, Masse; r, Bahnradius; n, Winkelgeschwindigkeit; — so dass der Durchmesser der Parameterebene der Paraboloidkuppe, $p = \frac{2g}{n^2}$, mithin die Brennweite, $F = \frac{p}{4} = \frac{g}{2n^2}$, sowie die maximale Konkavität (in der Achse), $C = x = \frac{D^2n^2}{8g}$, wenn $D = 2y$ der Innendurchmesser des Gefässes und $y = \sqrt{px}$ die Parabelgleichung. Tritt an die Stelle der Winkelgeschwindigkeit, n, die Tourenzahl pro Minute, $T = \frac{30}{\pi} n$, dann schreiben sich diese Werte:

$$\text{Brennweite, } F = \frac{450g}{\pi^2 T^2}, \quad \ldots \quad (1)$$

$$\text{Konkavität, } C = \frac{\pi^2 D^2 T^2}{7200g} \quad \ldots \quad (2)$$

und, andererseits,

$$\text{Tourenzahl, } T = \frac{15}{\pi}\sqrt{\frac{2g}{F}}, \quad \ldots \quad (3)$$

$$\text{oder} \quad T = \frac{60}{\pi D}\sqrt{2gC} \quad \ldots \quad (4)$$

Steigern der Winkelgeschwindigkeit, nachdem der Paraboloidscheitel den Boden des in Ruhe bis zur Höhe h, bei der Rotation bis zur Höhe C_1 die Flüssigkeit enthaltenden Cylindergefässes erreicht hat, lässt hier eine freie Kreisfläche im Durchmesser D_1 entstehen bei einer

$$\text{Tourenzahl, } T > \frac{120}{\pi D}\sqrt{gh} \quad \ldots \quad (5)$$

Gegenwärtige Erscheinung nunmehr bietet passend angeordnet, das Mittel, die grundlegenden geometrisch-optischen Demonstrationen zunächst mit natürlich gekrümmten Flächen auszuführen, namentlich auch, um die Änderung des Strahlenganges mit Änderung der Krümmung in vollkommener Kontinuität sehr einfach zu zeigen.

Das Cylindergefäss aus Glas, 10 bis 20 cm im Durchmesser, 30 bis 60 cm in der Höhe, wird dazu auf die vertikale Achse einer Schwungmaschine befestigt, während über dem Gefäss in veränderlicher Höhe eine kräftige Lichtquelle, etwa eine elektrische Lampe, sich befindet und das Gefäss selbst ein deckelartig aufgesetztes Diaphragma trägt, dessen freie Öffnung kleiner ist, als der innere Gefässquerschnitt. Die gewollte Flächenkrümmung erzielt man durch Abmessen der Tourenzahl. Sodann gestalten sich die Demonstrationen wie folgt.

Reflexion: Der Glascylinder enthält eine mehrere Centimeter starke Schicht Quecksilber, darüber ein trübes Gas, Rauch oder dergl. a) Man hängt die Lampe so niedrig, dass der Brennpunkt bei passender Drehungsgeschwindigkeit bequem mit der Lichtquelle zusammenfällt: das reflektierte Strahlenbündel zeichnet als Cylinder seine Spur im trüben Medium. b) Man hängt die Lampe höher, so dass ihre Strahlen möglichst parallel einfallen: der Reflex erscheint als Strahlenkonus, dessen Spitze bei variierender Tourenzahl nach Gleichung (1) in der Vertikale schwingt. (NB. Es lässt sich dieser Vorgang auch mit dem Kathetometer verfolgen, und so, bei bekanntem Wert für g, die Tourenzahl T nach Gleichung (3) durch einfache Längenmessung bestimmen.)

Refraktion: Der Glascylinder enthält, bis etwa zur halben Höhe, eine beliebige, leicht getrübte oder auch fluorescenzfähige Flüssigkeit. Das vom Diaphragma durchgelassene Strahlenbündel setzt zunächst seinen Weg bei unverändertem Querschnitt in die Flüssigkeit hinein fort. Man leitet die Rotation ein, beobachtet eine Divergenz, die bei steigender Rotationsgeschwindigkeit wächst. Das Experiment lässt sich erweitern durch Übereinanderschichten von Flüssigkeiten mit verschiedenem Brechungsvermögen. — Sind die Verhältnisse so gewählt, dass den divergierenden Strahlen im Glase der Gefässwand das Hinaustreten in die umgebende Luft durch Totalreflexion verhindert wird, so gelangt man neuerdings zu einem konvergierenden Lichtbündel.

Die Beobachtung der freien Kreisfläche im Durchmesser D_1 am Gefässboden bei einer Tourenzahl T nach Ungleichung (5) geschieht in der Vertikale und zwar, wenn man durch Hinauf- oder Hinabbewegen des rotierenden Gefässes dasselbe zeigen will, wie sonst mit der Poggendorffschen Fallmaschine; bei unveränderter Winkelgeschwindigkeit nimmt D_1 dann zu oder ab.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass im Falle der Verwendung von Quecksilber im rotierenden Gefäss es möglich ist, die konkave Oberfläche in Siegellack oder auch in sogenannter Vergussmasse[1]) abzuformen: man erhält daraufhin eine Paraboloidschale, die besonders, wenn aus dem letztgenannten Material, eine schön spiegelnde, konvexe Fläche aufweist.

Versuche, das Quecksilber allein in Rotation zu bringen, im ruhenden Gefässe, mit Hilfe von entweder wirbelnden Induktionsströmen im drehenden, oder radikalem Gleichstrom im konstanten Magnetfelde, führten zu keinem befriedigenden Resultat; beide Male nämlich zeigt sich die Durchbildung des Magnetkreises schwierig, benötigt man, infolge der verhältnismässig grossen eisenlosen Strecke, einer ganz bedeutenden magnetisierenden Kraft (sehr hohen Amperewindungszahl). Ausserdem erhält die Oberfläche des Quecksilbers infolge elektrodynamischer Wechselwirkung der einzelnen Stromelemente eine vom Parabelprofil abweichende Krümmung, welche im zweiten Falle noch besonders dadurch auffallend wird, dass die Winkelgeschwindigkeit der Rotation nach dem Centrum der Masse zu wächst, — eine Erscheinung, deren Anblick unwillkürlich an die Abbildungen gewisser Spiralnebel erinnert, — insofern die Stromdichte nach der Mitte zu mehr steigt als die Felddichte abnimmt. Eine recht gleichmässige Bewegung hingegen lässt sich erzielen, wenn das Quecksilber mitsamt dem Gefäss von einem Gleichpolrotationsapparat in Umdrehung versetzt wird, — etwa indem das Gefäss unmittelbar auf dessen vertikaler Achse steckt — und zwar aus folgendem Grunde: diese Art Motor richtet seine Umdrehungsgeschwindigkeit nach der Belastung, während andererseits die Quecksilbermasse im rotierenden Cylindergefäss ihr Trägheitsmoment mit der Umdrehungsgeschwindigkeit variiert: damit besteht für den Bewegungszustand des Systems das Streben nach einem stabilen Gleichgewicht.

1) Ich bezog dieses Material von der Firma B. Paege & Co., Berlin NW. 87.

Degerloch, 13. März 1902.

(Eingegangen 14. März 1902.)

Über das Reflexionsvermögen von Flammen.

Von F. Kurlbaum.

Das Reflexionsvermögen von Flammen ist sehr gering, daher müssen die intensivsten Lichtquellen, wie Sonne und Bogenlampe, angewendet werden, um die Reflexion deutlich sichtbar zu machen. Die reflektierende Substanz sind die festen Kohlenstoffteilchen, denn nichtleuchtende Flammen, z. B. die Bunsenflamme, reflektieren nicht, wenigstens nicht für das Auge wahrnehmbar. Da zahlenmässige Angaben über das Reflexionsvermögen leuchtender Flammen nicht bekannt sind, so habe ich die ungefähre Grösse bestimmt.

Die Methode besteht in folgendem. Auf einem Gipsschirm wird mit Hilfe von Heliostat und photographischem Objektiv ein Sonnenbild entworfen. Dann wird die „schwarze Temperatur“ des Sonnenbildes für ein bestimmtes Spektralgebiet gemessen, d. h. diejenige Temperatur, welche ein „schwarzer Körper“ haben müsste, um in dem Spektralgebiet die gleiche Strahlung auszusenden. Zur Bestimmung dieser Temperatur dient das von Holborn und mir konstruierte optische Pyrometer.[1]) Dann wird die schwarze Temperatur der Flamme durch direktes Anvisieren der Flamme gemessen, und drittens die schwarze Temperatur der Flamme, auf welcher in obiger Weise ein Sonnenbild entworfen ist.

Die Wiensche Formel:

$$log\, S_1 - log\, S_0 = \frac{c}{\lambda}\, log\, e \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1}\right),$$

welche von Paschen und Wanner, sowie von Lummer und Pringsheim übereinstimmend innerhalb des sichtbaren Gebietes und der mit dem Thermoelement messbaren Temperaturen gültig gefunden wurde, ergiebt für die schwarzen Temperaturen T_1, T_2, T_3 die zugehörigen relativen Intensitäten S_1, S_2, S_3, indem man c gleich 14500 und λ, die mittlere Wellenlänge des benutzten Spektralgebietes, gleich 0,643 einsetzt. T_0 ist gleich 1273° abs. und S_0 gleich 1 gesetzt.

Unter der Annahme, dass der Gipsschirm das ideale diffuse Reflexionsvermögen $R = 1$ und dass die Flamme unter allen Winkeln den gleichen Bruchteil des Reflexionsvermögens des Gipsschirmes besitzt, ist das Reflexionsvermögen R der Flamme gleich $2\,\frac{S_3 - S_2}{S_1}$. Der Faktor 2 rührt daher, dass die vom Gipsschirm kommende Strahlung nur den Raumwinkel 2π, die an der Flamme reflektierte Strahlung den Raumwinkel 4π füllt.

Nun besitzt aber die Flamme nicht ein in

1) Sitzungsbericht d. Berl. Akad. d. Wiss. **30**, 712 bis 719, 1901. Vgl. auch diese Zeitschr. **3**, 187, 1902.

diesem Sinne gleichmässiges Reflexionsvermögen, sondern es tritt aus der Flamme ein bevorzugter Lichtkegel aus, welcher teils aus reflektiertem, teils aus gebeugtem Lichte besteht. Unter dem reflektierten Lichte sei hier das gebeugte stets mit einbegriffen. Die Achse des Lichtkegels fällt mit den durch die Flamme hindurchgegangenen Sonnenstrahlen zusammen, während die Spitze des Kegels in dem beleuchteten Flammenpunkt liegt und der entsprechende Raumwinkel ungefähr gleich π ist. Es ist daher bei dieser Reflexion der Faktor 0,5 anzuwenden und diese Reflexion zu der im übrigen Raumwinkel gefundenen zu addieren, während an der letzteren der entsprechende Teil abgezogen wird.

Das mittlere Reflexionsvermögen ist daher:

$$R_m = 1{,}5\,\frac{S_3 - S_2}{S_1} + 0{,}5\,\frac{S_6 - S_5}{S_1}.$$

Nach dieser Methode wurden zunächst innerhalb des räumlichen Winkels $4\pi - \pi$ und zwar für blaues Licht, mittlere Wellenlänge $= 0{,}47\,\mu$, folgende schwarzen Temperaturen und nach der Wienschen Formel die zugehörigen relativen Strahlungsintensitäten gefunden:

$T_1 = 2293^0$ abs. $\quad S_1 = 48000$
$T_2 = 1563^0 \quad S_2 = 90$
$T_3 = 1611^0 \quad S_3 = 161$

Demnach ist das Reflexionsvermögen innerhalb dieses Winkels:

$$R_1 = \frac{161 - 90}{48000} = 0{,}15 \text{ Proz.}$$

Dagegen ist das Reflexionsvermögen R_2 innerhalb des räumlichen Winkels π viel grösser. Es wurde gefunden:

$T_4 = 2293^0$ abs. $\quad S_4 = 48000$
$T_5 = 1569^0 \quad S_5 = 97$
$T_6 = 1743^0 \quad S_6 = 689$

$$R_2 = \frac{689 - 97}{48000} = 1{,}23 \text{ Proz.},$$

daher ist das mittlere Reflexionsvermögen:

$$R_m = 1{,}5\,.\,R_1 + 0{,}5\,.\,R_2 = 0{,}8 \text{ Proz.}$$

Natürlich findet in Wirklichkeit ein kontinuierlicher Übergang zwischen beiden Reflexionsvermögen statt, ich habe aber nur die gefundenen Maximalwerte angegeben.

Für rotes Licht $\lambda = 0{,}643$ war innerhalb des räumlichen Winkels π:

$T_4 = 1903^0$ abs. $\quad S_4 = 350$
$T_5 = 1525^0 \quad S_5 = 19$
$T_6 = 1547^0 \quad S_6 = 24$

$$R_2 = 1{,}2 \text{ Proz.}$$

Die Reflexion innerhalb des übrigen räumlichen Winkels war dagegen zu schwach, als dass ich sie hätte messen können. Das mittlere Reflexionsvermögen R_m für rotes Licht ist daher wenig grösser als $0{,}5 \cdot 1{,}2$ Proz., es wird ungefähr 1 Proz. betragen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die gefundenen Werte nicht genau sein können. Zunächst ist das Reflexionsvermögen selbst ein kleiner Betrag, und da sehr heisse Lichtquellen angewendet werden müssen, so sind verschiedene Extrapolationen erforderlich. Erstens muss die Wiensche Formel für Temperaturen, bei welchen sie bis jetzt nicht geprüft ist, angewendet werden, ebensoweit muss die pyrometrisch zu messende Temperatur aus dem Glühlampenstrom extrapoliert werden, da die Glühlampen nur von 700 bis 1500° C., also 970 bis 1770° abs. mit dem schwarzen Körper verglichen sind.

Ferner sind die durch die farbigen Gläser hindurchgelassenen Spektralgebiete „rot" und namentlich „blau" wenig definiert, bei spektraler Zerlegung dürften aber die Schwierigkeiten im roten Gebiete wegen der Lichtschwäche noch bedeutend steigen. Der Umstand, dass der Gipsschirm nicht das ideale Reflexionsvermögen darstellt, kann das gesuchte Reflexionsvermögen der Flamme nur zu gross erscheinen lassen.

Ob das auf der Flamme liegende Sonnenbild die Temperatur der Kohlenstoffteilchen wesentlich erhöht und aus diesem Grunde das Reflexionsvermögen zu gross gefunden werden muss, oder ob hierbei noch andere Vorgänge stattfinden, wird sich erst durch ausführlichere Versuche bei günstigerem Sonnenstande im Sommer durch Einschaltung von absorbierenden Medien feststellen lassen.

Um von den bei dieser Methode angewandten Extrapolationen frei zu werden, habe ich auch die Reflexion roten Lichtes an einer undurchsichtigen auf einer Kupferplatte niedergeschlagenen Russschicht bestimmt und gleich 1,5 Proz. gefunden.

Dieser Wert stimmt mit dem von K. Angström[1]) gefundenen von 1,7 Proz. gut überein. Dadurch ist das Reflexionsvermögen der Flamme für rotes Licht auch relativ zu dem des Russes ohne Extrapolationen bestimmt und ungefähr gleich 1 Proz. gefunden.

Da man erwarten durfte, dass Russ in dünner Schicht nicht mehr reflektiert als in dicker Schicht, so stimmt dieses Resultat mit den allgemeinen Anschauungen überein.

In einer kürzlich erschienenen Veröffentlichung haben Lummer und Pringsheim[2]) in Bezug auf die von mir gemessene Temperatur der Kerze unter der Annahme, dass die in der Kerze glühenden Kohlenpartikelchen 5 resp. 10 Proz. der auffallenden Strahlen durch Reflexion und Beugung zerstreuen, den hierdurch bedingten Fehler auf 40 resp. 120° berechnet.

1) Öfversigt. af K. Vetensk. Akad. Förhandl. Stockholm. Arg. **55**, 283—295, 1898.
2) Diese Zeitschr. **3**, 233—235, 1902.

Setzt man statt dieser willkürlich angenommenen Werte den von mir gefundenen Wert von 1 Proz. in die Rechnung ein, so ergiebt sich eine um 7° zu niedrige Flammentemperatur. Dies ist ein Fehler, welcher bei der Unbestimmtheit der Flammentemperatur selbst keine Rolle spielt.

Das Reflexionsvermögen von Flammen ist also, wie ich in meiner Mitteilung „über eine einfache Methode, die Temperatur leuchtender Flammen zu bestimmen" gesagt hatte, höchst gering.[1]) Dagegen ist das Reflexionsvermögen von Cylindern, welche über eine Flamme geschoben sind, von erheblichem Einfluss, ein Umstand, der wohl niemandem, welcher derartige Flammen untersucht, entgehen kann.

Trotz der in der Flamme vorkommenden Temperaturschwankungen lässt sich doch deutlich zeigen, dass die Temperatur der Kerze die von Lummer und Pringsheim angegebene untere Temperaturgrenze nicht erreicht.

Stellt man nämlich den schwarzen Körper auf diese Temperatur ein, so wird er durch Vorstellen einer Kerzenflamme verdunkelt, sei es, dass die Kerze eine gewöhnliche Stearinkerze oder die definierte „Vereinskerze" ist. Hierbei wurde natürlich durch den leuchtendsten Teil der Flamme, resp. durch unmittelbar benachbarte Teile mit Hilfe des Pyrometers hindurchgesehen.

Meine Schlussfolgerung, dass Russ in dünnen Schichten für bestimmte Temperaturen innerhalb bestimmter Spektralgebiete selektiver als Platin ist, ist vollkommen streng, wenn die Messungen von Lummer und Pringsheim über die Lage des Maximums der Energiekurven einerseits, und meine Messungen der Flammentemperatur der Kerze andererseits richtig sind. Letzteres glaube ich gezeigt zu haben.

Es kommt bei meiner Methode sehr zu statten, dass die Intensität des benutzten Spektralgebietes ungefähr zehnmal so schnell fortschreitet als die Temperatur.

1) Diese Zeitschr. **3**, 187—188, 1902.

(Eingegangen 26. März 1902.)

Über gleichgerichteten Wechselstrom.

(Bemerkungen zu dem gleichlautenden Aufsatz von Al. Gerschun auf S. 249 dieser Ztschr. [3, 1902]).

Von C. Heinke.

In dem oben bezeichneten Aufsatz wird der spezielle Fall der Wellenstromverhältnisse verfolgt, der sich ergiebt, wenn eine sinusförmige Wechselspannung durch Kommutierung der unteren Sinushälften in eine Wellenspannung von doppelter Periode umgewandelt wird. Die abgeleiteten Hauptergebnisse lassen sich zwar vollständiger und unter Einschränkung des mathematischen Apparates auch übersichtlicher und einfacher durch Zerlegung der Wellenstromgrössen in ihre beiden Komponenten erhalten, wie der Verfasser in früheren Aufsätzen[1]) gezeigt hat, doch dürfte ein erneuerter Hinweis auf die interessanten Ausgleichsverhältnisse, welche der allgemeine, d. h. den Gleichstrom und den symmetrischen Wechselstrom umfassende Fall des Wellenstroms darstellt, immerhin nützlich sein, wenn auch leider die energetische Seite im vorliegenden Fall trotz des ausdrücklichen Hinweises des Verfassers auf die Wichtigkeit derselben bei Wellenstrom wieder zu kurz gekommen und dadurch das wichtigste Moment zur Klärung der Ausgleichsverhältnisse und des Wirkungsgrades ausser acht gelassen ist.

Ein Punkt veranlasste aber insonderheit die vorliegenden Bemerkungen zu dem obengenannten Aufsatz: nämlich die Betrachtung der Wirkung für den Fall, dass mit der so erhaltenen Wellenspannung ein Transformator beschickt wird. Die hier besonders schwer zu übersehende mathematische Deduktion (vgl. a. a. O. Seite 253) lässt sich durch eine übersichtlichere Betrachtung unter Zugrundelegung der Transformatortheorie bezw. der Kraftliniengleichung ersetzen, um zu zeigen, dass die von Zenneck (vgl. Wied. Ann. **69**, 859, 1899) beobachtete Ausgleichserscheinung (Fig. 6 auf Seite 253) mit der theoretisch sich ergebenden Stromkurve im wesentlichen übereinstimmt, dass hingegen die von Zenneck theoretisch abgeleitete Kurve hierfür (vgl. Fig. 5 auf Seite 253) einer Verwechselung von Feldkurve und Spannungskurve entsprungen ist. Auch ergeben sich bei dieser Betrachtungsweise noch die unten angeführten Nebenresultate.

Schickt man die durch Kommutierung der Sinuswelle sich ergebende Wellenspannung (vgl. $\overset{w}{E}_1$ in Fig. 1) in die Primärwicklung eines Transformators, so kann man in erster Annäherung von dem Ohmschen Spannungsabfall in der Primärwicklung abstrahieren, wie dies stets für die erste Annäherung in der Transformatortheorie erfolgt, um so eher, da die Form der resultierenden Spannungswelle, welcher durch die magnetischen Kraftlinien des veränderlichen Feldes das Gleichgewicht gehalten wird, hierdurch keine

1) Vgl. hierzu a) Über Wellenströme, ETZ. 1899, Heft 29 und 30.
b) Diese Ztschr. 1, 8, 1899.
c) Über Wellenstromenergie, ebenda 1, 197, 1900; ausführlich abgedruckt in den „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses" 1900, 115.
d) Zur Messung elektrischer Grössen bei periodisch veränderlichen Strömen. Wied. Ann. **69**, 612, 1899.
e) Über Wellenstromerreger. Ann. d. Ph. 1, 326 u. 441, 1900.

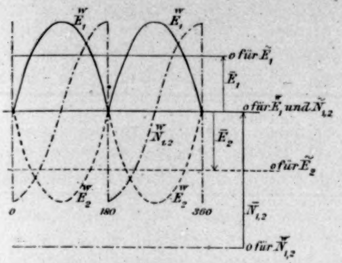


Fig. 1.

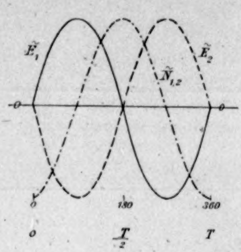


Fig. 3.

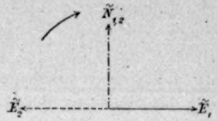


Fig. 2.

Änderung erfährt. Nach der Kraftliniengleichung

$$e = \frac{dN}{dt} \text{ bezw. } N = \int e \cdot dt,$$

wenn e die Momentanspannung und N das beiden Transformatorwicklungen gemeinschaftliche magnetische Feld bezeichnen, erhält man für dieses Spannung kompensierende magnetische Feld ein Wellenfeld, dessen Verlauf durch die Kurve $\overset{w}{N}_{1,2}$ in Fig. 1 gegeben ist und etwa der Kurve von Zenneck (Fig. 5 auf Seite 253) entspricht. Diese Kurve giebt aber nur den veränderlichen Teil des magnetischen Feldes, dessen Nullniveau im allgemeinen unterhalb des Nullniveau für $\overset{w}{E}_1$ liegen wird, da von der Wellenspannung $\overset{w}{E}_1$ die Gleichspannungs-Komponente $E_1 = \frac{2}{\pi} \cdot (\overset{w}{e})_{max}$ eine Gleichstromstärke erzeugt, die nur von dem Ohmschen Widerstand (R_1) des Primärkreises abhängt. Da dieser im allgemeinen kleiner ist als der Wechselstromwiderstand, so wird das zu der Gleichstromkomponente gehörige magnetische Gleichfeld gleichfalls ein Nullniveau unterhalb desjenigen von $\overset{w}{E}_1$ besitzen; bei Fig. 1 etwa bei der strichpunktierten Horizontalen zu denken. Praktisch kann dieser Umstand zwar wegen der Sättigungserscheinung des Eisens im magnetischen Kreislauf auf den Verlauf der Magnetisierungsstromstärke von merklichem Einfluss sein. Sehen wir aber für die Theorie in erster Annäherung zunächst von der Eisensättigung, ebensowie von dem Einfluss der magnetischen Hysterese ab, so wird dem Verlauf des Feldes auch derjenige des (primären) Magnetisierungsstromes entsprechen.

Für die Wechselinduktion, welche die Spannung $\tilde{E}_2$ in der Sekundärwicklung des Transformators erzeugt, kommt aber die Lage des Nullniveau beim magnetischen Felde gar nicht in Betracht, da die magnetische Gleichfeldkomponente bei dem Wechselinduktionsvorgang unbeteiligt bleibt und nur die dem ausgezogenen Gleichfeldniveau ($N_{1,2}$) aufgelagerte Wechselfeldkomponente $\tilde{N}_{1,2}$, welche der Wicklung 1 und 2 gemeinschaftlich ist, in Wirkung tritt. Dieses Wechselfeld $N_{1,2}$ erzeugt wiederum nach der obigen Kraftliniengleichung eine Spannung $\overset{w}{E}_2$, welche zu der primären Spannung $\overset{w}{E}_1$ eine Art Spiegelbild darstellen muss, wobei das Niveau des beiden gemeinschaftlichen Wechselfeldes $\tilde{N}_{1,2}$ gleichsam die Funktion der spiegelnden Fläche übernimmt. Bei dem symmetrischen (technischen) Wechselstrom ist dies ohne weiteres an der Lage der (induzierenden) Primärspannung $\tilde{E}_1$ und der (induzierten) Sekundärspannung $\tilde{E}_2$ gegenüber dem übertragenden (gemeinsamen) Wechelfeld $\tilde{N}_{1,2}$ im Kreisdiagramm (vgl. Fig. 2) ersichtlich; ebensowie aus der Darstellung in rechtwinkligen Koordinaten Fig. 3. So einfach wie hier liegen nun die Verhältnisse beim Wellenstrom nicht, doch lassen sich diese interessanten allgemeinen Verhältnisse an der Hand der Figur 1 ohne weiteres an die (speziellen) Wechselstromverhältnisse anschliessen. Man braucht in Fig. 3 sich nur die rechte Hälfte zwischen 180 bezw. $\frac{T}{2}$ und 360 bezw. T — entsprechend der Kommutierung der unteren Hälfte der $\tilde{E}_1$-Kurve — so um die o-Achse geklappt, bezw. um 180° aus der Papierebene heraus und wieder hinein gedreht zu denken, dass alle Kurven dieser Hälfte diese Drehung ausführen und man erhält die Fig. 1. Da nach der obigen Betrachtung die $\tilde{N}_{1,2}$-Kurve zwangläufig mit der $\tilde{E}_1$-Kurve verbunden ist und die $\tilde{E}_2$-Kurve ebenso mit der $\tilde{N}_{1,2}$-Kurve, so ist die Entstehung von Fig. 1 aus dem bekannten Transformatordiagramm der Fig. 2 bezw. 3 ohne weiteres einleuchtend.

Interessant bleibt nur noch der Umstand, dass das für alle 3 Kurven gemeinsame Nullniveau bei dem Spezialfall der Fig. 3 sich bei

dem allgemeineren Fall der Fig. 1 in drei getrennte Nullniveaus auflöst und wiederum zwar so, dass das Nullniveau des Wechselfeldes $\tilde{N}_{1,2}$ die Rolle einer spiegelnden Fläche übernimmt und das Gleichspannungsniveau E_2 das Spiegelbild von dem Gleichspannungs-Niveau E_1 darstellt.

Die sekundäre Wellenspannung $\overset{w}{E}_2$ wird bei geschlossenem sekundären Stromkreis einen Ausgleichstrom erzeugen, der bei Konstanz der Ausgleichwiderstände während der Periode und beim Überwiegen des Ohmschen Widerstandes in der Form mit der $\overset{w}{E}_2$-Kurve übereinstimmt, andernfalls bezüglich der Phasenverschiebung jedoch ähnlich wie bei dem gewöhnlichen Wechselstrom von der Mischung der 3 Arten von Ausgleichwiderständen im Sekundärkreise, d. i. Ohmscher Widerstand, elektromagnetischer Trägheitswiderstand (Selbstinduktion) und elastischer Verschiebungswiderstand (Kapazität), abhängt.

Die von Zenneck beobachtete schwache Verdrückung der sekundären Sinushalbwellen (vgl. Fig. 6 auf Seite 253) erklärt sich aus der Permeabilitätsänderung des magnetischen Kreislaufes während jeder Periode (Sinushalbwelle) in Verbindung mit dem Hystereseeinfluss. Beides bringt eine — allerdings nicht stark wirkende —, periodische Veränderung der Ausgleichwiderstands-Verhältnisse ins Spiel, welche die schwache Deformation der auseinander abgeleiteten Kurven bedingt. Ohne diese Momente würde auch diese Deformation in Fortfall kommen. Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass diese Verhältnisse auch insofern ein gewisses technisches Interesse besitzen, als die Spannungserzeugung der Gleichstrommaschinen bekanntlich auf diese kommutierten und gegeneinander in der Phase verschobenen Halbwellen als Grundelemente zurückgeht.[1])

1) Bemerkt sei noch, dass die von Gerschun theoretisch behandelten Fälle bereits früher folgende ausführlichen analytisch-theoretischen Behandlungen erfahren haben: Am allgemeinsten von Ch. P. Steinmetz ETZ 1890, 481 und 1892, 295; ferner von Puluj: ETZ 1891, 419, 434, 498 und 1893, 466; endlich von Lohnstein: 1892, 150, 298.

(Eingegangen 27. März 1902.)

Die Geschwindigkeit der von heissen Drähten ausgehenden Ionen.

(Zweite Mitteilung.)

Von C. D. Child.

Kürzlich ist in dieser Zeitschrift[1]) eine Mitteilung erschienen, in der ich über einige Versuche mit elektrischer Entladung an erhitzten Platindrähten berichtete. Bei der Fortführung meiner Versuche bin ich nun zu der Überzeugung gelangt, dass manche in dieser Mitteilung gegebenen Meinungsäusserungen der Berichtigung bedürfen. An genannter Stelle habe ich gezeigt, wie bei den niedrigeren Temperaturen, bei denen noch eine Entladung erzielt werden kann, die mittlere Geschwindigkeit der Ionen, die Träger der Entladung sind, grösser ist als bei höheren. Ich habe nun der Möglichkeit Ausdruck gegeben, dass die bei niedrigeren Temperaturen gebildeten Ionen von okkludiertem Wasserstoff herrühren könnten, während die langsameren bei höheren Temperaturen gebildeten Ionen von der den Draht umgebenden Luft wären.

Diese Erklärung reichte für die damals beobachteten Erscheinungen aus. Doch seither habe ich Erscheinungen gefunden, die auf diesem Wege nicht mehr erklärt werden können. Zunächst habe ich eine solche beobachtet, wenn ich den Draht, von dem die Entladung ausging, in eine Röhre einschloss. Ich fand nämlich, dass die Entladung nach dem umgebenden Cylinder in diesem Falle viel unbedeutender war, als dies bei demselben Cylinder in freier Luft der Fall war. Unmittelbar nach dem Erhitzen des Drahtes war zwar die Entladung fast ebenso stark wie in freier Luft, doch nahm dieselbe schnell ab, bis sie nur noch $^1/_{20}$ ihres Anfangsbetrages ausmachte. Wenn ich die Luft auspumpte und durch frisch eingelassene ersetzte, konnte ich eine ebenso starke Entladung wie zu Anfang erzielen, ebenso wenn ich die Luft mehrere Stunden lang sich selbst überliess.

Augenscheinlich gab der erhitzte Draht irgend etwas ab, was in der Röhre zurückbleiben und die Ionengeschwindigkeit herabsetzen konnte. Wenn der Draht nur soweit erhitzt wurde, dass eine Entladung gerade stattfinden konnte, nahm die Entladungsgeschwindigkeit nur sehr langsam ab. Bei höheren Temperaturen ging sie hingegen schneller herunter, und in der Nähe des Schmelzpunktes brauchte sie nur wenige Sekunden, um ihren Minimalwert zu erreichen. Offenbar war die Substanz, die eine Verzögerung der Ionen bewirkte, etwas, was bei sehr heissen Drähten in grösseren Mengen gebildet wurde.

Es ist seit einiger Zeit bekannt, dass Platin, das an der Luft erhitzt wird, an Gewicht verliert. Ebenso ist es bekannt, dass in diesem Falle kleine Teilchen abgegeben werden, die als Kerne für Bildung von Wolken wirken, wenn die Luft plötzlich abgekühlt wird. Es ist denn auch auf die Möglichkeit hingewiesen worden, dass diese Teilchen bei der Entladung eine aktive Rolle spielen könnten, doch offen-

1) Diese Zeitschrift **3**, 158, 1902.

bar ist man hiermit von einer Erklärung der Erscheinung weit entfernt. Denn in einem geschlossenen Raume, wo sie in grösster Zahl vorhanden sein müssen, ist die Ionengeschwindigkeit gerade am geringsten; und bei hohen Temperaturen, wo sie in grösster Anzahl abgegeben werden müssen, finden wir die Entladungsgeschwindigkeit kleiner als bei niedrigeren Temperaturen. Andere Beobachter haben nun gezeigt, dass kleine Feuchtigkeitsteilchen die Ionenbewegung verzögern. Offenbar üben die losgelösten Platinteilchen dieselbe Wirkung aus.

Die Konvektionsströme, die von erhitztem Platindraht ausgehen, wurden zwischen eine Flamme und eine Platte geleitet, zu der von der Flamme aus die Entladung überging. Diese Konvektionsströme bewirkten, dass die Geschwindigkeit der Entladung bedeutend abnahm. Hiermit ist wiederum Beweismaterial für die die Ionengeschwindigkeit herabsetzende Wirkung dieser Ionen geliefert. Ich konnte sogar konstatieren, dass die von negativen Ionen getragene Entladung in viel grösserem Masse abnahm, als dies bei positiven Ionen der Fall war. Offenbar besteht zwischen den von Platindraht abgestossenen Teilchen und negativen Ionen stärkere Anziehung als zwischen diesen Teilchen und positiven Ionen. Dies war denn auch vorauszusehen, da die negativen Ionen sich vom Platin nicht so leicht wie die positiven loslösen, und es leicht zu begreifen ist, dass, ebenso wie der Platindraht die negativen Ionen stärker anzieht, so auch die vom Platin losgelösten Teilchen für diese Ionen dieselbe Bevorzugung zeigen.

Hierin mag auch der Grund für die grössere Geschwindigkeit der positiven Ionen im Falle einer Entladung an Platin zu suchen sein. Wenn diese Teilchen eine stärkere verzögernde Wirkung auf die von der Flamme abgelösten Ionen ausüben, erscheint der Schluss ganz berechtigt, dass sie auf die von einem Drahte losgelösten Ionen dieselbe Wirkung ausüben. Wenn dies auch vielleicht nicht der einzige Grund für die langsame Bewegung der negativen Ionen im vorliegenden Falle sein mag, so dürfte es doch wohl e i n e n Grund hierfür darstellen.

Die so losgelösten Teilchen sind wahrscheinlich Platinteilchen und nicht etwa Teilchen eines Platinoxydes, denn ihre Anwesenheit ist auch, wenngleich in geringerem Betrage, dann nachzuweisen, wenn der Draht in einer Wasserstoffatmosphäre erhitzt wird. In einer solchen Atmosphäre ist die Geschwindigkeit sowohl der positiven als auch der negativen Entladung viel grösser als in Luft, und die negative Entladung ist stärker als die positive. Die negative nimmt mit steigender Temperatur zu, bis der Draht dem Schmelzpunkt nahe ist, um dann schnell abzunehmen, bis sie nur noch $^1/_5$ des Maximalwertes beträgt. Das Verhalten ist also so, als ob bei höherer Temperatur ebensolche Teilchen wie in Luft ausgesandt würden. Die Anwesenheit solcher Teilchen im Wasserstoff kann auch durch ihre Wirkung als Kerne für die Kondensation von Wasserdampf gezeigt werden.

Trotzdem reicht aber die Annahme derartiger Teilchen nicht dazu aus, um die in meiner früheren Mitteilung besprochene Erscheinung vollständig zu erklären. Ich hatte dort festgestellt, dass, wenn der Draht im Vakuum erhitzt wird, die Entladungsgeschwindigkeit zu Anfang grösser ist als irgendwann später, dass ferner ein längeres Verbleiben des Drahtes an der Luft oder ein Erhitzen an der Luft ihn in keiner Weise beeinflusst, während ein Erhitzen in der Wasserstoffatmosphäre ihm im vollen Masse seine Fähigkeit wiedergab, eine Entladung hervorzurufen. Dies kann nicht mit der Annahme solcher Teilchen erklärt werden, während es sehr wohl mit der Annahme erklärt werden könnte, dass wenigstens ein Teil der Entladung zu Trägern die Ionen hat, die von okkludiertem Wasserstoff herrühren. Der Umstand, dass bei höheren Temperaturen das den Draht umgebende Gas ionisiert wird, während dies bei niedrigeren nicht der Fall ist, lässt den Vorgang so erscheinen, als ob bei höheren Temperaturen die Entladung von einer anderen Art Ionen getragen würde. Ein Teil der Vorgänge kann also mit der Annahme okkludierten Wasserstoffes, ein anderer Teil mit der Annahme erklärt werden, dass sich vom Drahte Teilchen loslösen. Wahrscheinlich wirken beide Umstände mit. Möglicherweise wirken auch die ausgesandten Teilchen in doppelter Hinsicht, indem sie zunächst direkt durch Ladung der bereits gebildeten Ionen wirksam sind, dann aber auch, indem sie in dem den Draht umgebenden Gase Ionen bilden dürften, die sich langsamer bewegen als die innerhalb des Drahtes gebildeten.

Es hat sich mir die Frage aufgedrängt, ob es nicht möglich sein sollte, ohne eine Abänderung gewisser aus Potentialmessungen in der Umgegend eines heissen Platindrahtes gezogener Schlussfolgerungen auszukommen. Ich möchte es nicht bezweifeln, dass zwischen dem Drahte und dem umgebenden Gase eine Potentialdifferenz besteht. Wahrscheinlich ist dies bloss ein anderer Ausdruck dafür, dass die negativen Ionen von den Platinteilchen stärker angezogen werden als die positiven. Aber ist es nicht auch denkbar, dass die positiven und negativen Ionen mit verschiedenen Geschwindigkeiten diffundieren, und dass die gemessene Potentialdifferenz zum Teil diesem Umstande zuzuschreiben ist, anstatt ganz auf Rechnung

des Potentialabfalles an der Kontaktfläche zu kommen? Zum Beispiel bewegen sich die negativen Ionen, die gebildet werden, wenn ein Platindraht in Wasserstoff erhitzt wird, in einem Kraftfelde schneller als die positiven. Deswegen dürften sie auch wahrscheinlich dann, wenn von vornherein keine Potentialdifferenz besteht, schneller diffundieren, und das Potential des den Draht umgebenden Gases dürfte im Vergleich zu dem des Drahtes negativ werden, nicht etwa infolge irgend einer an den Berührungsflächen vor sich gehenden Wirkung, sondern infolge der den beiden Ionenarten zukommenden verschiedenen Diffusionsgeschwindigkeiten. Doch bedarf der Gegenstand wohl weiterer Untersuchung.

Es war mir nicht möglich, eine Bestimmung der Ionengeschwindigkeit im Vakuum vorzunehmen. Eine ausführliche Darstellung meiner diesbezüglichen Versuche sowie der ganzen hier kurz zusammengefassten Arbeit erscheint nächstens in der Physical Review.

(Aus dem Englischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 18. März 1902.)

Galvanometrische Messung des elektrischen Ausgleichs zwischen den Ionenladungen der Atmosphäre und der Ladung der Erdoberfläche.

Von H. Ebert.

Durch den Nachweis freier Ionen in der Atmosphäre und die Anwendung der durch Laboratoriumsexperimente gewonnenen Erkenntnisse über die Eigenschaften der Gasionen beginnen die bis dahin so rätselhaften Phänomene der atmosphärischen Elektrizität, des elektrischen Erdfeldes und der negativen Eigenladung des Erdkörpers sich allmählich aufzuhellen.[1]) Wesentlich ist aber vor allem noch, dass auf den verschiedenen hier in Betracht kommenden Gebieten gezeigt werde, dass nicht nur in qualitativer, sondern auch in quantitativer Hinsicht der in der Atmosphäre angetroffene Ionengehalt genüge, um die genannten Erscheinungen zu erklären. Eine der hier sich darbietenden Fragen ist die, ob die in der Atmosphäre von den Ionen mitgeführten Ladungen ausreichen, um die an der Erdoberfläche beobachteten elektrischen Ausgleiche zu ermöglichen. Linss[2]) stellte schon 1887 durch direkte Messungen fest, in welcher Zeit sich die nie fehlende Ladung der Erdoberfläche erneuere, und fand in einem gegebenen Falle mittels eines auf Erdpotential geladenen Metallkörpers dafür die Dauer von rund 100 Minuten. Dies würde also einer minutlichen Neutralisationsgeschwindigkeit einer gegebenen Ladung von 1 Proz. entsprechen. Auf unserer bayrischen Hochebene erhalten wir aber bei günstigen atmosphärischen Bedingungen, insbesondere bei Föhnlage mitunter den zehnfachen Betrag dieser Entladungsgeschwindigkeit.

War hiernach schon an einer kleinen Metallfläche ein nicht unerheblicher Ionenstrom zu erwarten, so durfte man hoffen, bei genügender Vergrösserung der aufnehmenden Fläche den der Erde aus der Atmosphäre her zugehenden elektrischen Strom direkt galvanometrisch verfolgen zu können. Zu diesem Zwecke wurde eine zwei Quadratmeter grosse, rechteckige Weissblechtafel im Freien in horizontaler Lage auf 6 Pfählen gut isoliert aufgestellt. Als Beobachtungsort konnte die obere Kante eines steil nach der Isar 70 m tief abfallenden Hanges (der sog. „Weissen Wand“), 25 km südlich von München (bei Icking), gewählt werden, ein Platz, der inmitten eines ausgedehnten Waldterrains gelegen, von vornherein als besonders günstig erscheinen musste. Die Platte lag bei den ersten Versuchsreihen 1 m über dem Boden, später wurde sie auf einem Lattengerüste 4 m über der Erdoberfläche von den isolierenden Trägern frei in der Luft gehalten. Von der Platte führte ein Draht zu einem Doppelschlüssel, mit dessen Hilfe die Platte 1. direkt geerdet, 2. isoliert und 3. durch ein hochempfindliches Edelmannsches Spulengalvanometer hindurch zur Erde abgeleitet werden konnte.

Die Isolationen wurden wiederholt sorgfältig geprüft; wurde absichtlich ein Isolationsmangel und damit ein teilweiser Erdschluss der Luftplatte herbeigeführt, so riefen die an der kupfernen Erdplatte, den Berührungsstellen der metallischen Verbindungen u. s. w. bestehenden E.-M.-Kräfte einen Strom hervor, der der Richtung nach jenem entgegengesetzt verlief, welcher bei den Messungen selbst — dem Ausgleich von Erd- und Luftelektrizität entsprechend — erhalten wurde. Eine derartige Störungsquelle hätte also die beobachteten Ausschläge nur vermindern, aber keineswegs selbst hervorrufen können.

Schon bei den ersten Versuchen ergab sich, dass es zweckmässiger war, statt Dauerstrom zu beobachten, das Galvanometer ballistisch zu benutzen. Danach ergab sich folgendes Beobachtungsschema: 1. Die Platte wurde direkt mit der Erde verbunden und lud sich auf das Potential der Erdoberfläche, d. h. wurde, da nur bei klarem Wetter, also bei „Schönwetterelektrizität“, und damit bei positivem Gefälle gearbeitet wurde, negativ in Bezug auf die umgebenden atmosphärischen Massen. Hierauf

1) Vergl. in dieser Hinsicht den überaus instruktiven Vortrag von H. Geitel: Über die Anwendung der Lehre von den Gasionen auf die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität. pp. 27. Braunschweig. 1901.

2) Linss, Meteorol. Zeitschr. **4**, 345, 1887.

wurde 2. die Platte von Erde abgeschaltet und eine hinreichende Zeit lang (s. w. u.) isoliert sich selbst überlassen. Während dieser Zeit musste die negative Elektrizität der Platte durch die herangezogenen +Ionen der Luft neutralisiert werden. Wurde dann 3. die Platte durch das Galvanometer hindurch geerdet, so zeigte sich in der That unter den genannten luftelektrischen Bedingungen stets ein Ausschlag, der einem Strome von +Elektrizität entsprach, der von der Platte zur Erde ging.

Die zum Ausgleiche nötige Zeit wurde dadurch ermittelt, dass zunächst bei 2. durch längeres Warten der bei den vorhandenen Witterungsbedingungen erreichbare Maximaleffekt festgestellt wurde, und dann die Ausgleichszeit so lange verkürzt wurde, bis sich eine eben merkliche Verminderung der Ausschläge zu zeigen begann; das nächstlängere Zeitintervall wurde dann, als die zum Ausgleich der Erdladung nötige Zeit, den weiteren Messungen zu Grunde gelegt. Dabei ergab sich nun folgendes: Die Platte allein gab nur sehr langsame Ausgleiche. Dabei war es gleichgültig, ob die Platte von direkten Sonnenstrahlen getroffen wurde oder im (Wolken-) Schatten lag; ein Hallwachseffekt war also bei der verzinnten Platte, wenn überhaupt vorhanden, mit den verwendeten Hilfsmitteln nicht nachzuweisen. Die Wirkung wurde aber sofort sehr wesentlich erhöht, wenn die Platte mit Vegetation bedeckt wurde. Zu dem Zwecke wurden Rasenstücke abgestochen, und damit die Platte vollkommen überdeckt; in die Rasendecke wurden dann frische Buchenzweige oder bei anderen Versuchen Wedel von Nadelbäumen gesteckt; dieselben hielten sich, wenn gelegentlich angefeuchtet, mehrere Tage lang frisch. Auf diese Weise war gewissermassen ein Stück der mit Vegetation bedeckten Erdoberfläche herausgehoben und, von den übrigen Teilen derselben isoliert, einer gesonderten Beobachtung der sich vollziehenden elektrischen Ausgleiche zugänglich gemacht. Bei der in dieser Weise bedeckten Platte war der Ausgleich gewöhnlich schon in 5 Minuten vollkommen beendet. Im übrigen hängt sowohl die Ausgleichszeit wie die zum Ausgleich gelangte Elektrizitätsmenge ausserordentlich stark von den Witterungsbedingungen ab. Bei klarem, hellem Wetter ist die zwischen Atmosphäre und Erde pro Zeiteinheit ausgetauschte Elektrizitätsmenge am grössten; sie wird sofort stark herabgesetzt, sowie Trübungen der Luft oder gar Nebelbildung in den niederen Schichten eintreten. Es besteht also in der That ein ganz bestimmter quantitativer Parallelismus zwischen der Ionenführung und der Ionenbeweglichkeit der Atmosphäre, wie er beim Zerstreuungsapparate zum Ausdruck kommt, mit der Geschwindigkeit, mit welcher die Erdladung selbst neutralisiert wird.

Es ist hier nicht der Ort, Einzelwerte der verschiedenen über September und Oktober vorigen Jahres sich verteilenden Messungsreihen mitzuteilen. Nur um einen ungefähren Anhalt über die in Betracht kommende Grössenordnung zu geben, sei erwähnt, dass um die Mittagszeit an schönen, klaren Herbsttagen am genannten Orte nach 5 Minuten Ausgleichszeit ballistische Ausschläge erhalten wurden, welche entladenen Elektrizitätsmengen von rund 10^{-9} Coulomb entsprechen. Denkt man sich diese Ladung der 2×10^4 cm² grossen Platte in gleichförmigem Ionenstrome aus der Atmosphäre zufliessend (was natürlich nicht genau der Fall ist, da der Ausgleich anfangs rasch, später immer langsamer erfolgt), so erhält man eine mittlere Stromdichte von $10^{-9}/5.60.2.10^4$ oder $1{,}7 \cdot 10^{-16}$ Ampère/cm², d. h. von $1{,}7 \cdot 10^{-6}$ Ampère pro km² oder 300000 elektrostatischen Einheiten in der Minute pro km².

Aus den Linssschen Messungen folgen Werte von 16000 bis 125000 E. S. Mengeneinheiten pro Minute und km², je nach dem Werte des Potentialgefälles an der Erdoberfläche.[1]) E. Rutherford und S. J. Allen[2]) fanden in einer zwischen zwei konaxialen Cylindern eingeschlossenen ruhenden Luftmasse bei 50/9 Volt/cm Gefälle einen maximalen Ionenstrom von rund $0{,}42 \cdot 10^{-16}$ Ampère/cm², also Stromdichten von etwa derselben Grössenordnung wie den hier im Freien konstatierten. Vielfach waren freilich die von mir erhaltenen Ionenströme auch von grösserer Intensität, so namentlich bei Föhn, der immer sehr ionenreiche Luft und namentlich die einer rascheren Entladung der negativen Platte günstigen +Ionen mit sich führt. Auch dieses stimmt gut mit den Rutherford-Allenschen Messungen insofern zusammen, als bei letzteren nur die in der Luft selbst pro cm in der Zeiteinheit regenerierten Ionenmengen den Strom lieferten, nicht aber, wie bei meinen Beobachtungen von aussen her wirkende Ursachen, wie die Föhnbewegung, die neutralisierten Ionen ergänzten.

Die Versuche sollen in diesem Sommer mit grösseren, im Freien ausgespannten, gut isolierten dichten Drahtnetzen fortgeführt werden, bei gleichzeitiger genauerer Bestimmung der Ionenführung der unteren atmosphärischen Schichten mittels des Aspirationsverfahrens sowie des Potentialgefälles des Erdfeldes am Beobachtungspunkte.

1) Vergl. Meteorolog. Zeitschrift **18**, 291, 1901.
2) Diese Ztschr. **3**, 227, 1902.

München, physikalisches Institut der Techn. Hochschule, April 1902.

(Eingegangen 20. April 1902.)

REFERATE.

Allgemeine Chemie.

Besorgt von Privatdozent Dr. **A. Coehn.**

R. Knietsch, **Über die Schwefelsäure und ihre Fabrikation nach dem Kontaktverfahren.** Vortrag gehalten vor der Deutsch. Chem. Ges. am 19. Oktober 1901. Berichte der Deutsch. Chem. Ges. 34, 4069, 1901.

Wenn auch der bei der Schwefelsäuredarstellung stattfindende chemische Prozess,

$$2\,SO_2 + O_2 = 2\,SO_3 + 45200 \text{ cal},$$

exothermisch verläuft, so vollzieht sich diese Reaktion doch sehr langsam, so dass man schon immer zur Beschleunigung einen Katalysator hinzusetzen musste. Bei dem Bleikammerverfahren spielt die Salpetersäure mit ihren niedrigeren Oxydationsstufen diese Rolle, ohne dass es indessen dabei gelingt, wasserfreie Säure zu erhalten. Es war deshalb wünschenswert, einen Katalysator zu finden, der Schwefeldioxyd direkt und vollkommen mit Sauerstoff zu Schwefeltrioxyd zu vereinigen vermochte. Schon 1831 fand der Essigsäurefabrikant Phillips aus Bristol einen solchen in dem fein verteilten Platin, dem sich nach Angabe Wöhlers und Mahlas (1852) einige Metalloxyde (besonders ein Gemisch von Kupferoxyd und Chromoxyd) beigesellten. Nach vielen vergeblichen Versuchen, das Kontaktverfahren in die Praxis einzuführen, schlief das Interesse daran ein, bis es durch Winklers Arbeit (1875) wieder geweckt wurde. Besonders die Badische Anilin- und Soda-Fabrik nahm das Verfahren auf, und hier gelang es Knietsch, danach Schwefelsäure und Oleum jeder Konzentration im Grossbetriebe herzustellen. Die angewendeten Gase müssen auf das peinlichste von den geringsten Spuren Arsen befreit werden, weil dieses in kurzer Zeit die Kontaktmasse, Platinasbest, vollständig wirkungslos macht. Das Platin selbst, das alle übrigen Katalysatoren übertrifft, vermag bei 450° das Gasgemisch am raschesten und vollkommensten (98%) zu vereinigen. Eine Erhöhung der Temperatur hat eine Zersetzung des gebildeten SO_3 zur Folge, die nun auch wieder bei der Gegenwart von Platinasbest ausserordentlich beschleunigt wird. Im Gegensatz zur Annahme Winklers erhöht, wie aus dem Massenwirkungsgesetz leicht ersichtlich ist, eine Vermehrung des Sauerstoffes dem stöchiometrischen Gemisch $2\,SO_2 + O_2$ gegenüber den Nutzeffekt bedeutend, weshalb auch eine Verarbeitung der Röstgase, die ca. $2\,SO_2 : 3\,O_2$ enthalten, rationell ist. Obgleich nun die Lösungswärme des Schwefeltrioxyds in Wasser bedeutender ist wie in Säure jeder Konzentration, wird dasselbe doch von einer 97—98%igen Säure viel rascher und vollkommener aufgenommen, so dass in einem Gefäss vollständige Absorption stattfindet. Wenn man nun die Eigenschaften der hydratischen Schwefelsäure und des Oleums von verschiedener Konzentration betrachtet, zeigt sich, dass bei der Säure von diesem Prozentgehalt die Siedepunktskurve, die stetig ansteigt, eine scharfe Spitze bildet, um dann nach der reinen Säure und dem Oleum zu wieder abzufallen und beim reinen Schwefeltrioxyd den tiefsten Punkt zu erreichen. Die Dampfspannung zeigt bei dieser 98%igen Säure ein Minimum und wächst bei dem geringsten Gehalt an freiem SO_3 rasch an. Das spezifische Gewicht der hydratischen Schwefelsäure ist hier bekanntlich am höchsten, nimmt nach der reinen Säure zu etwas ab, um dann mit steigendem SO_3-Gehalt im Oleum wieder anzusteigen, bis bei einer rauchenden Säure mit 65% SO_3 ein Maximum erreicht wird. Die elektrische Leitfähigkeit nimmt hier rapid ab, steigt dann im Oleum ebenso schnell wieder an, erreicht bei einer rauchenden Schwefelsäure von 15% SO_3 ein Maximum und fällt dann bei zunehmendem SO_3-Gehalt wieder plötzlich. Hand in Hand damit steigt und fällt die Angreifbarkeit des Schmiedeeisens, so dass Gefässe aus solchem Material zum Aufbewahren der 98%igen Säure und des hochprozentigen Oleums sich vorzüglich eignen. Die Schmelzpunktskurve nun zeigt 5 Gipfelpunkte, die den Siedetemperaturen des freien SO_3, der Pyroschwefelsäure, der reinen Schwefelsäure, des Hydrates $H_2SO_4 \cdot H_2O$ und des reinen Wassers angehören. Die dazwischen liegenden Minima entsprechen den Schmelzpunkten ihrer Kryohydrate. Während die Lösungswärme der hydratischen und rauchenden Schwefelsäure mit steigendem Prozentgehalt stetig ansteigt, nimmt die spezifische Wärme nur bis zum Oleum mit 20% freiem SO_3 ab, worauf sie rasch wieder höhere Werte annimmt. Die Viskosität nimmt mit steigendem Säure- bezw. SO_3-Gehalt zu, und erreicht bei dem Oleum von 50% freiem SO_3 ein Maximum. Das reine SO_3 besitzt dann wieder die Viskosität reinen Wassers. Die Kapillarität nimmt dagegen mit steigendem Prozentgehalt ab. Ebenfalls bei einer rauchenden Säure mit 50% freiem SO_3 wendet sich ihre Kurve mit scharfem Knick abwärts.

Ferd. Glaser.

(Eingegangen 5. März 1902.)

Physikalische Chemie.

Besorgt von Prof. Dr. G. C. Schmidt.

A. Finkelstein, Über passives Eisen. (Ztschr. physikal. Ch. 39, 91—110, 1901).

Seitdem Hittorf vor einigen Jahren nachgewiesen, dass das Chrom viel leichter in den passiven Zustand übergeführt werden kann, als das Eisen und längere Zeit in diesem Zustande verharrt, und ferner dass diese Erscheinung nicht, wie man bis dahin allgemein annahm, auf eine dünne Oxydhaut, welche die Oberfläche des Eisens bez. Chroms bedeckt, zurückgeführt werden darf, haben sich die Chemiker und Physiker in erhöhtem Masse mit diesem Gegenstande beschäftigt. Die von Ostwald gefundene und untersuchte Thatsache, dass ein bestimmtes Stück Chrom sich in gut ausgebildeten Perioden in Säuren löst, rührte von einer Verunreinigung her und konnte an anderen Präparaten bisher nicht wieder aufgefunden werden. Vor kurzem hat Herr A. Finkelstein auf Grund einer Reihe von im Nernstschen Institut ausgeführten Versuchen eine Hypothese entwickelt, wonach passives Eisen dreiwertiges Eisen im metallischen Zustand ist. Vermag diese Annahme auch über eine Reihe von Erscheinungen keine Rechenschaft zu geben, so soll über sie doch hier berichtet werden, weil sie viele Einzelthatsachen dieses Gebietes einheitlich zusammenzufassen erlaubt, und daher wohl die Hoffnung nicht ganz abzuweisen ist, dass ein besserer Ausbau der Theorie auch die bis jetzt noch dunklen Punkte aufklären wird.

Zunächst wurde die Polarisationskapazität und der Widerstand passiven Eisens nach der Nernstschen Methode untersucht. Die letztere besteht darin, die elektrolytische Zelle in der Wheatstoneschen Brücke mit Wechselströmen zu untersuchen, indem man ihren Widerstand mit einem Widerstand, ihre Kapazität mit einem Kondensator kompensiert. Eine polarisierbare Elektrode ist einem Kondensator nur dann gleichwertig, wenn keine irreversiblen Vorgänge an ihr geschehen. Im vorliegenden Falle waren nun drei Möglichkeiten vorauszusehen. Entweder ist die Elektrode aus passivem Eisen zu kompensieren durch einen Kondensator mit mässiger Kapazität und nebengeschaltetem Widerstand; dann ist sie ein wahrer Kondensator mit einem schwer leitenden Oxyd als Dielektrikum. Oder sie ist zu kompensieren durch einen Kondensator mit grosser Kapazität ohne nebengeschalteten Widerstand, dann verhält sie sich wie eine Elektrode aus Platin oder anderem Edelmetall. Oder sie ist überhaupt nicht zu kompensieren, dann ist zu vermuten, dass nicht umkehrbare Vorgänge mitspielen.

Der Versuch ergab, dass eine Zelle, gebildet aus Salpetersäure mit Eisenelektroden, durch einen Kondensator von grosser Kapazität ohne nebengeschalteten Widerstand zu kompensieren ist, dass somit das passive Eisen von keiner schlecht leitenden Oxydschicht bedeckt ist.

Abhängigkeit der Kapazität vom Elektrolyten. Die Kapazität ist vom Elektrolyten unabhängig. Daraus ist zu schliessen, dass das elektromotorisch wirksame Ion entweder in allen untersuchten Lösungen die gleiche Konzentration hat oder seine Konzentration beim Stromdurchgang nicht ändert. Das zweite ist der Fall beim Sauerstoffion, denn das Wasser bildet ein Reservoir, das mit praktisch unendlicher Geschwindigkeit verschwindende Sauerstoffionen nachliefert und neu entstehende aufnimmt. Passives Eisen ist also als eine Sauerstoff- und nicht als eine Eisenelektrode anzusehen, was damit in Übereinstimmung steht, dass Sauerstoff daraus entwickelt wird und kein Eisen in Lösung geht. Ferner ist zu schliessen, dass der Sauerstoff in veränderlicher Konzentration darin enthalten ist, denn sonst wäre die Elektrode unpolarischer und die Kapazität unendlich.

Abhängigkeit der Kapazität vom Zustande des Eisens. Je stärker das Oxydationsmittel ist, mit dem Eisen passiviert wird, desto stärker und beständiger ist die Passivität, desto konzentrierter also wahrscheinlich die Sauerstoffbeladung. Andererseits sollte die Kapazität der Sauerstoffkonzentration in der Elektrode direkt proportional sein, also im selben Sinne wachsen, wie die Stärke der Passivierung. Die Messungen bestätigten diese Vermutung.

Eisen, das mit Eisenoxyd bezw. Oxyduloxyd bedeckt ist, verhält sich in der Brücke wie eine Elektrode aus unedlem Metall mit grosser, schwer bestimmender Kapazität.

Elektromotorisches Verhalten des Eisens. Eisen gegen Komplexsalze. Eisen gegen Mischungen von Ferri- und Ferrosalze. Wenn passives Eisen eine Sauerstoffelektrode ist, so muss seine elektromotorische Kraft von der Sauerstoffionenkonzentration in der Lösung abhängig und von der Eisenionenkonzentration unabhängig sein. Die Konzentration der Sauerstoffionen ist in weiten Grenzen veränderlich durch Veränderung des Säuretiters, die der Eisenionen durch Zusatz eines Komplexbildners wie Cyankalium. Die Messungen zeigten jedoch ein unerwartetes Resultat, nämlich dass Cyankalium Eisen passiviert. Eisen lässt sich in Ferrilösung passivieren und zwar weiches Eisen schwierig, hartes leichter, beide gradweise entsprechend dem Mischungsverhältnis von Ferro- und Ferrisalz. Der passive Zustand ist, wie schon Hittorf fand, nirgends scharf von dem aktiven unterschieden. Er scheint das Endglied der Zustände zu sein, die Eisen annimmt, wenn man in der umgebenden

Lösung das Konzentrationsverhältnis $\frac{Fe^{\cdot\cdot\cdot}}{Fe^{\cdot\cdot}}$ stetig steigert.

Zersetzungskurven des Eisens. Die kathodische Zersetzungskurve von Ferrisalzen deutet darauf hin, dass sich Eisen vorübergehend in edler Form abscheidet. Die anodische Polarisationskurve von Eisen lässt den Eintritt der Passivität scharf erkennen. Das zugehörige Potential ist unabhängig vom Säuregehalt und sinkt mit dem Eisengehalt der Lösung.

Theorie. Oxydschichttheorie. Aus der Messung der Polarisationskapazität geht hervor, dass passives Eisen entweder ein Metall ist, oder dass die etwa vorhandene Oxydschicht metallisch leitet und ausserdem noch die Eigenschaft besitzt, Sauerstoff zu lösen. Ein Oxyd mit solchen Eigenschaften erlaubt die Methode nicht, von einem Edelmetalle zu unterscheiden. Aus den Messungen der E. M. K. geht jedoch hervor, dass wenn man die Kurve, welche die Beziehung zwischen E. M. K. des Eisens zu dem Verhältnis $\frac{Fe^{\cdot\cdot\cdot}}{Fe^{\cdot\cdot}}$ auf hohe Werte des Quotienten extrapoliert, man passives Eisen erhält. Die Passivität hat also mit einer Oxydschicht nichts zu thun, was auch daraus hervorgeht, dass das mittelstarke Reduktionsmittel Cyankalium Eisen passiviert. Aus den anodischen Polarisationskurven in H_2SO_4 lässt sich ein Beweis beibringen, dass Eisen nicht durch eine Oxydhaut passiviert wird. Denn in dem Augenblick, wo Eisen passiv wird, zeigt sich ein scharfer Knick, der unabhängig von der Konzentration der Wasserstoffionen ist und sich mit Eisengehalt der Lösung verschiebt. Daraus folgt, dass passives Eisen kein Oxyd, sondern eine metallische Modifikation des Eisens ist.

Wertigkeitstheorie. Hittorf hatte die Passivität auf einen „Zwangszustand" der Moleküle zurückgeführt. Über diesen Zustand hat sich der Verfasser eine spezielle, schon in der Einleitung erwähnte Vorstellung gebildet, nach der die Passivität zu stande kommt durch eine Verschiebung des Verhältnisses der dreiwertigen zu den zweiwertigen Ionen im Metall.

Die bekannte Nernstsche Formel:

$$\varepsilon = \frac{1}{n} R T \ln \frac{P}{p},$$

wo ε die E. M. K., n die Wertigkeit, P der Lösungsdruck und p der osmotische Druck bedeutet, gilt nur solange, als kein Teil der Stromarbeit auf Umladen verschiedenartiger Ionen verwandt wird. Für den letzteren Fall findet Peters für unangreifbare Elektroden:

$$\varepsilon = R T \ln \frac{P_{\text{Ferro}}}{p_{\text{Ferri}}} + C.$$

In Eisenelektroden in Eisenlösung haben wir es mit beiden Vorgängen zu thun. Betrachtet man nämlich Eisen als eine Legierung von Ferri- und Ferrometall und bringt es in eine ferrihaltige Lösung, so wird das unedle Ferrometall in Lösung gehen und eine Haut edlen Ferrimetalles niederschlagen. Letzteres wird sich in Ferrometall verwandeln, da bei gegebener Temperatur und gegebenem Drucke nur eine Verteilung der beiden Bestandteile in Metall beständig sein kann. Geht die Umwandlung langsam von statten, so ist die Elektrode unangreifbar, geht sie schnell, so wird man überhaupt keine Passivität beobachten. Die Geschwindigkeit ist nach den Versuchen grösser im weichen als im harten Eisen, wie beim induzierten Magnetismus. Sie wächst schnell mit steigender Temperatur und scheint für mittlere Entfernungen vom Gleichgewicht durch ein Maximum zu gehen, denn stark passives oder nahezu reines Ferrieisen hat eine gewisse Beständigkeit, während die Zwischenzustände kaum zu beobachten sind.

Nach dieser Hypothese lassen sich die meisten Erscheinungen des passiven Eisens leicht erklären. Man versteht, dass passives Eisen als Elektrode sich genau wie eine Edelmetallelektrode verhält, dass die E. M. K. im Cyankalium erniedrigt wird. Die kathodische Zersetzungskurve von Ferrilösung lässt sich jetzt so auffassen, dass sich Ferrieisen in dünner Schicht oder als Legierung mit dem Elektrodenmetall abscheidet und schnell in Ferroeisen übergeht. Das Ferrometall löst sich wieder auf, indem drei Äquivalente zwei Äquivalente Ferrimetall niederschlagen; das dritte liefert der Strom nach. So wandert allmählich das ganze Ferrieisen der Lösung in diese Schicht und verlässt sie als Ferroeisen.

Es erklärt sich auch, dass das Passivierungspotential vom Eisengehalt der Lösung abhängig und vom Säuretiter unabhängig ist. Die verwickelten Verhältnisse in Salpetersäure werden übersichtlich angesichts der Thatsache, dass verdünnte Salpetersäure Eisen zu Ferrosalz, konzentrierte zu Ferrisalz löst. Man versteht, warum Chrom sich leichter als Eisen und dieses leichter als Nickel und Kobalt passivieren lässt, da Chromosalz Wasser zersetzt, von Eisen beide Oxydationsstufen und von Nickel und Kobalt nur die niederen beständig sind.

Andererseits bleibt der charakteristische plötzliche Übergang vom passiven in den aktiven Zustand und die Thatsache, dass Halogenionen den Eintritt der Passivität durchgängig erschweren, unaufgeklärt. Diese Punkte müssen noch neue Untersuchungen aufklären.

G. C. Schmidt.

(Eingegangen 1. Februar 1902.)

Technische Mechanik.
Besorgt von Prof. E. Meyer.

C. von Szily, Zugversuche mit auf inneren Druck beanspruchten Röhren. Kongress des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in Budapest 1901.

In jedem Punkte der Wandung eines beiderseits geschlossenen kreiscylindrischen Rohres, das einem inneren Flüssigkeitsdruck ausgesetzt wird, sind 3 Hauptspannungen vorhanden: Die grösste ist eine Zugspannung, welche in der Richtung der Tangente an den Rohrquerschnitt wirkt, die mittlere ist eine Zugspannung in Richtung der Rohrachse, die kleinste ist eine radial gerichtete Druckspannung. Vergleicht man die bei einer derartigen Beanspruchung beobachteten Deformationen des Rohres mit denjenigen, welche auftreten, wenn man das Rohr einer äusseren in Richtung der Rohrachse wirkenden Zuglast unterwirft, oder wenn man beide Belastungsarten kombiniert, so kann man über eine Anzahl wichtiger Fragen, die für die Festigkeitslehre von prinzipieller Bedeutung sind, Aufschluss erhalten. Der Verfasser berichtet über derartige Versuche, die er an Flusseisen ausgeführt hat. Ein einfacher Zugversuch ergab zunächst, dass der Elastizitätsmodul E innerhalb weiter Grenzen für das verwendete Material konstant war. Ein weiterer Versuch mit innerem Druck, der allmählich gesteigert wurde, bis die grösste Hauptspannung die vorher ermittelte Proportionalitätsgrenze erreichte, bewies, dass auch bei dieser Beanspruchung die axialen Dehnungen den axialen Zugspannungen proportional waren. Der Proportionalitätsfaktor ist aber, weil die beiden anderen Hauptspannungen von Null verschiedene Werte haben, nicht gleich E, sondern $E\frac{m}{m-2}$, wo m der Poissonsche Koeffizient ist. Daraus folgt, dass m konstant ist, solange das Hookesche Gesetz gilt. Der so berechnete Wert von m war 3,5. Drittens wurde festgestellt, dass (innerhalb der Proportionalitätsgrenze) der Dehnungszuwachs, welchen ein bestimmter Zuwachs an äusserer Zuglast hervorrief, der gleiche war, wenn die Zuglast allein wirkte und wenn gleichzeitig mit ihr ein gewisser, konstanter innerer Druck vorhanden war; ebenso wurde umgekehrt für den gleichen Zuwachs an innerem Druck der gleiche Zuwachs an axialer Dehnung beobachtet, wenn der innere Druck allein wirkte und wenn eine konstant bleibende Zuglast aufgebracht war. Dadurch war auch die Gültigkeit des Superpositionsgesetzes für das Material erwiesen.

Von grossem Interesse für die noch nicht endgültig gelöste Frage, wodurch der Eintritt bleibender Deformationen und des Bruches bedingt ist, sind die Ergebnisse der Zerreissversuche. Sie wurden in der Weise ausgeführt, dass man das Rohr einem beträchtlichen, während des ganzen Versuches konstant gehaltenen, inneren Druck aussetzte und die aussen aufgebrachte Zuglast so lange steigerte, bis das Rohr zerriss. In einem Parallelversuch wurde ein Rohr aus gleichem Material und von gleichen Abmessungen durch eine äussere Zuglast allein zerrissen. Bei einem einfachen Zugversuch sind drei besonders charakteristische Punkte zu beachten: Die Proportionalitätsgrenze, die Streckgrenze und der Bruch. Die erstgenannte kann man bei Flusseisen nach sonstigen Erfahrungen zugleich als Elastizitätsgrenze ansehen, die hier nicht eigens bestimmt wurde. Nach der heute in der Technik noch fast allgemein benutzten Theorie treten bleibende Deformationen dann auf, wenn die positive oder negative Hauptdehnung eine gewisse, dem Material eigentümliche Grenze überschreitet. Bei den beiden Hauptversuchen mit kombinierter Beanspruchung war der innere Überdruck so bemessen, dass die tangentiale Hauptspannung die Proportionalitätsgrenze nicht ganz erreichte. Somit war an der Elastizitätsgrenze die grösste Spannung und die grösste Dehnung axial gerichtet, wie beim einfachen Zugversuch. Die Gesamtdehnung betrug an der Elastizitätsgrenze bei kombinierter Beanspruchung 0,52 ‰, bei einfachem Zug 0,71 ‰. Zwei aus dem gleichen Blocke wie die Rohre herausgearbeitete volle Rundstäbe zeigten beim einfachen Zugversuch 0,70 ‰ Dehnung an der Elastizitätsgrenze. Die Dehnungstheorie ist also gar nicht bestätigt. Dagegen war in allen drei Fällen die Grenzspannung in axialer Richtung beinahe gleich: bei den Rundstäben im Mittel 1450^{at}, bei den Rohren mit einfacher Zugbeanspruchung im Mittel 1500^{at}, bei den Rohren mit innerem Drucke, der einen Beitrag zur axialen Spannung von 590^{at} lieferte, die Gesamtspannung im Mittel 1400^{at}. Nach anderen sehr zahlreichen Beobachtungen kann man an der älteren Theorie, dass allgemein eine gewisse Grenze der grössten Hauptspannung für das Eintreten bleibender Deformationen massgebend sei, nicht festhalten. Mit den hier gefundenen Resultaten stimmt aber die Mohrsche Theorie [1]) recht gut überein, welche für Flusseisen annähernd mit der Theorie zusammenfällt, welche die grösste Schubspannung als Kriterium heranzieht. Die grösste Schubspannung ist gleich der halben Differenz zwischen der grössten und der kleinsten Hauptspannung. Durch diese Theorie wird daher auch die Abnahme der grössten Hauptspannung bei gleichzeitiger Wirkung des inneren Überdruckes p er-

1) Vergl. diese Zeitschrift, **2**, 422, 1901.

klärt, weil in diesem Fall die kleinste Hauptspannung nicht Null ist, sondern einen negativen Wert hat, der innerhalb der Wandung des Rohres von $(-p)$ mit wachsendem Radius auf Null steigt. Der Mittelwert $\left(-\frac{p}{2}\right)$ betrug bei den Versuchen 100^{at}. Es ist durch diese Versuche von neuem bewiesen, dass die Grösse der mittleren Hauptspannung gar keinen Einfluss auf die Elastizitätsgrenze hat, denn sie ist bei einfachem Zug Null, bei der kombinierten Beanspruchung fast gleich der grössten Hauptspannung. Bei einem anderen Versuchspaar überstieg die durch p hervorgerufene tangentiale Spannung die Proportionalitätsgrenze; es ist bemerkenswert, dass trotzdem im Verlauf des Versuches auch für die Achsenrichtung, d. i. die Richtung der mittleren Hauptspannung, eine Proportionalitätsgrenze deutlich erkennbar war.

Wesentlich anders als die Proportionalitätsgrenze verhält sich scheinbar die Streckgrenze bei verschiedener Beanspruchung. Die Gesamtspannung, bei welcher das Material sich zu strecken begann, wird für die kombinierte Belastung etwa 15 % höher angegeben, als die entsprechende Spannung bei einfachem Zuge. Es muss aber hervorgehoben werden, dass durch Hinzutreten des inneren Druckes das Spannung-Dehnung-Diagramm eine solche Form annimmt, dass es fast unmöglich ist, die Streckgrenze auf einen bestimmten Punkt festzulegen. Man wird in dieser Ansicht bestärkt, wenn man zum Vergleich Versuche von J. Guest heranzieht, welche mit denselben Belastungsarten an Rohren aus Stahl ausgeführt wurden. Auch Guest fand nicht unerhebliche Abweichungen zwischen beiden Streckgrenz-Spannungen, aber er fand bei 9 Versuchsreihen ebenso oft wie diejenige für Zug und Innendruck die für einfachen Zug grösser. Was endlich die Bruchgrenze betrifft, so zeigte sich folgendes: Die Grösse der äusseren Zuglast, die den Bruch herbeiführte, war nahezu unabhängig von dem Vorhandensein des inneren Druckes p. Die auf den ursprünglichen Querschnitt bezogene Gesamtbruchspannung war also bei kombinierter Beanspruchung etwa um den von p gelieferten Beitrag grösser, als beim einfachen Zuge. Diese Erscheinung hat aber nicht die prinzipielle Bedeutung, die ihr der Verfasser beilegt, sondern ist mehr zufällig. Der innere Druck behindert die Querkontraktion des Rohres, man muss also die Verschiedenheit der Querschnitte beim Bruche in Betracht ziehen, wenn man die Bruchspannungen vergleichen will. Die Querschnittskontraktion ausserhalb der Einschnürung betrug beim einfachen Zugversuch 16 % bezw. 19 % und geht bei Rohren mit entsprechend gleichen Abmessungen durch Mitwirkung von von p auf 12 % bezw. 11,2 % zurück. Die wirkliche Bruchspannung war demnach um 5 % bezw. 10 % kleiner beim einfachen Zuge als bei Zug und Innendruck, während in letzterem Falle der durch den inneren Druck hervorgerufene Beitrag 12 % bezw. 19 % beträgt. Die Bruchdehnungen, ausserhalb der Einschnürung gemessen, waren bei der einen Versuchsreihe gleich für beide Arten von Beanspruchung, nämlich 16 % im Mittel, bei der zweiten Versuchsreihe 21 % für einfachen Zug, 18 % bei kombinierter Belastung. Der Verfasser erblickt darin eine Bestätigung der Dehnungstheorie für den Eintritt des Bruches. Zu einem höchst überraschenden Resultat gelangt man, wenn man aus den Angaben über die Bruchdeformationen die Änderung der Dichte des Materials berechnet. Danach hat die Dichte bei kombinierter Belastung um 2 % bezw. 4,8 % abgenommen, beim einfachen Zug dagegen um 3,4 % bezw. 2,0 % zugenommen. Die beiden letzten Resultate namentlich sind im höchsten Grade befremdlich.

Der Verfasser glaubt, aus den Versuchsresultaten den Schluss ziehen zu dürfen, dass der scheinbare Verlauf des Zugversuches durch eine äussere Zuglast von dem Vorhandensein inneren Druckes unabhängig ist, und sieht darin den Keim zu einem verallgemeinerten Superpositionsgesetz, das vielleicht seine Gültigkeit bis zur Zerstörung des Materials behält. Eine solche Verallgemeinerung auf Grund einiger weniger Versuche, deren Einzelergebnisse ausserdem mit den Erfahrungen anderer Experimentatoren teilweise garnicht übereinstimmen, erscheint sehr gewagt.

P. Roth.

(Eingegangen 7. Februar 1902.)

Elektrotechnik.

Besorgt von Prof. Dr. H. Th. Simon.

A. E. Kennelly, Der neue Edison-Akkumulator. Electric. World a. Engin. **37**, S. 867—869, 1901.)

Seit Entdeckung des Bleiakkumulators durch Gaston Planté ist man unausgesetzt bemüht gewesen, das Gewicht desselben im Vergleich zu seiner Aufspeicherungsfähigkeit nach Möglichkeit zu vermindern, um ihn auch zum Betrieb von Fahrzeugen aller Art brauchbar zu machen. Obgleich auf dieses Problem eine ausserordentliche Menge von Arbeitskraft und Scharfsinn verwandt werde, ist es doch nicht gelungen, den Bleiakkumulator in eine für Traktionszwecke geeignete Form zu bringen, alle Versuche scheiterten an dem Umstande, dass durch Verringerung des Gewichtes bei einer gegebenen Kapazität auch die Lebensdauer in noch höherem Grade

beeinträchtigt wird. Die Versuche, eine andere galvanische Kombination zu einem brauchbaren Akkumulator auszubilden, sind bisher auch ausnahmslos gescheitert, und zwar meist (wie z. B. bei dem Zinkkupfer-Akkumulator) daran, dass der Depolarisator im Elektrolyten nicht gänzlich unlöslich gewesen ist.

Edison glaubt nun durch nachstehend beschriebene Zelle das Problem des leichten und doch haltbaren Traktionssammlers gelöst zu haben. Die bis jetzt vorliegenden Untersuchungen bestätigen in der That auch die meisten seiner Angaben. Auch vom theoretischen Standpunkte aus weist der neue Sammler manche Vorteile gegenüber dem Bleiakkumulator und den übrigen in Vorschlag gebrachten Zellen auf. Die positive Elektrode des neuen Sammlers besteht in geladenem Zustande aus einem Gemisch von fein verteiltem, schwammigen Eisen und Graphitpulver, die negative Elektrode aus einem in schwammförmigen Zustand befindlichen höheren Oxyd des Nickels (wahrscheinlich NiO_2), welches gleichfalls zur Erhöhung seiner Leitfähigkeit mit Graphitpulver durchmischt ist.

Als Elektrolyt wird eine wässrige Lösung mit 10—40 Gewichtsprozent Pottasche und 20 Proz. Ätzkali verwandt. Bei der Entladung wird der Eisenschwamm durch den elektrolytisch abgeschiedenen Sauerstoff oxydiert und gleichzeitig das Nickelsuperoxyd durch den kathodischen Wasserstoff zu einem niedrigeren Oxyd reduziert. Falls die bisher noch nicht erwiesene Zusammensetzung des hier in Frage kommenden, höheren Nickeloxydes der vermuteten Formel $Ni\,O_2$ entspricht, so lässt sich der Entladungsvorgang voraussichtlich darstellen durch die Gleichung:

$$Ni\,O_2 + Fe + 2\,H_2\,O = Ni(OH)_2 + Fe(OH)_2.$$

Der Ladungsvorgang wird durch dieselbe Gleichung wiedergegeben, wenn man sie in umgekehrter Richtung (von rechts nach links) liest. Der elektrolytische Prozess in der Edisonzelle besteht also bei der Entladung in einem Transport des Nickeloxydsauerstoffes zur Eisenelektrode und in Zersetzung von zwei Molekülen Wasser. Bei der Ladung wird der Sauerstoff wieder von der Eisenelektrode zur Nickelelektrode zurückgeführt und das verbrauchte Wasser in Freiheit gesetzt.

Die elektromotorische Kraft der vollgeladenen Zelle beträgt 1,5 Volt, die mittlere Entladespannung bei vollständiger Entladung annähernd 1,1 Volt. Die unten näher beschriebenen Elektrodentypen können mit einer Stromdichte von 0,93 Amp. pro dm² entladen werden.

Die mechanische Konstruktion der negativen und positiven Gitter ist die gleiche. Sie bestehen beide aus einer 0,61 mm starken Stahlplatte, in welche 24 rechtwinklige Löcher eingestanzt sind, so dass nur schmale Rippen übrigbleiben. In die Gitteröffnungen werden Briquettes mit aktivem Material eingepresst. Wie erwähnt, besteht das aktive Material der positiven Platten aus einem Gemisch von Nickelsuperoxyd und Graphit, dasjenige der negativen Platten aus einer Mischung von Eisenschwamm und Graphit. Um dem aktiven Material hinreichende Festigkeit zu geben, wird dasselbe mit einem Mantel von perforiertem Stahlblech (0,075 mm dick) umgeben. Die Briquettes fügt man in die Gitteröffnungen der Elektroden ein und setzt sie einem hydraulischen Drucke von 100 Tonnen aus, wodurch sie mit dem Stahlgitter zu einem Ganzen verbunden werden.

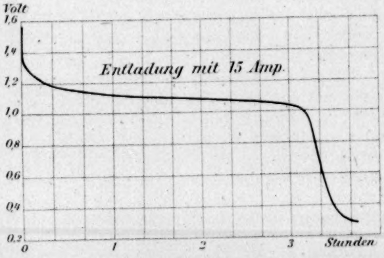
Angaben über die Herstellung des fein verteilten Eisens und Nickelsuperoxydes sind leider nicht gemacht.

Die Platten werden entweder in ein Gefäss aus isolierendem Material oder in einen Stahlblechbehälter eingebaut mit dazwischen geschobenen Streifen aus perforiertem Hartgummi. Nach längeren Versuchen soll es Edison gelungen sein, eine Stahllötung herzustellen, welche dem elektrolytischen Angriff und der Kalilauge dauernd Widerstand leistet. Infolge der Gegenwart der Pottasche werden die Eisenplatten selbst vor der Stromwirkung geschützt, indem sie in passiven Zustand übergehen, während das fein verteilte Eisen in den negativen Briquettes durch eine besondere chemische Behandlung vor dem Passivwerden geschützt sein soll.

Während der Ladung dehnen sich die positiven Briquettes aus und ziehen sich die negativen zusammen, die grosse Elastizität des einhüllenden Stahlbleches verhindert, dass durch diese Volumänderung der Kontakt zwischen aktivem Material und Träger gefährdet würde.

Bei Entladung finden natürlich die umgekehrten Volumänderungen statt.

Nachstehend ist eine Entladung mit konstantem Strome von 15 Amp. wiedergegeben, und zwar sind als Abscissen die Entladungszeiten in Stunden, als Ordinaten die Klemmenspannungen in Volt eingetragen.



Die Kurve gleicht in ihrem Verlauf vollkommen der Entladungskurve eines Blei-Akku-

mulators. Irgendwelche Lokalaktion soll an den Platten nicht bemerkt worden sein, ausgenommen nach starker Überladung.

Die Zelle soll bis zur völligen Erschöpfung entladen werden, ja sogar ohne Schaden zu nehmen mehrmals in verkehrter Richtung geladen werden können.

Die Nickelelektrode kann sowohl im geladenen wie im ungeladenen Zustande aus der Zelle herausgenommen und an der Luft getrocknet werden, ohne irgendwelche Veränderung zu erleiden, so dass sie nach dem Wiedereinsetzen nichts von ihrer Ladung eingebüsst hat. Die Eisenschwammelektrode oxydiert sich dagegen beim Trocknen unter Wärmeentwicklung und verliert dadurch ihre Ladung vollständig; jedoch ohne an ihrer Kapazität nach abermaliger Ladung Einbusse erlitten zu haben.

Der Hauptvorzug der neuen Zelle gegenüber dem Blei-Akkumulator besteht, wie erwähnt, in dem geringen Betrage des auf die Einheit an aufgespeicherter Energie bezogenen Zellengewichtes. Während die Energiekapazität des Bleisammlers 9—13 Wattstunden pro Kilogramm-Zellengewicht beträgt, soll sich diejenige des neuen Akkumulators auf 31 Wattstunden pro Kilogramm-Zellengewicht belaufen. Das würde bedeuten, dass sich eine Edisonzelle vermöge ihres eigenen Energieinhaltes auf eine Höhe von 11000 m würde erheben können, wogegen eine Bleizelle nur eine Höhe von 3200—4800 m erreichen würde.

Der Edison-Akkumulator verdankt sein geringes Gewicht teilweise den niedrigen Äquivalentgewichten von Eisen und Nickel, teilweise jedoch auch dem Umstande, dass entsprechend obiger Reaktionsgleichung durch den elektrolytischen Prozess nicht ein gelöster Stoff (wie z. B. die Schwefelsäure im Blei-Akk.), sondern das Lösungsmittel (Wasser) selbst verbraucht wird. Hierdurch wird die Verwendung eines sehr geringen Flüssigkeitsvolums ermöglicht. Die Herstellungskosten des neuen Sammlers sollen nicht grösser als diejenigen des Bleiakkumulators sein.

F. Dolezalek.

(Eingegangen 14. Februar 1902.)

BESPRECHUNGEN.

Looser, Versuche aus der Wärmelehre und verwandten Gebieten mit Benutzung des Doppelthermoskops. 2. verb. und vermehrte Auflage. gr. 8. VI und 131 S mit Figuren. Essen, H. G. Geck. 1901. Mk. 3.—

Das Loosersche Doppelthermoskop besteht bekanntlich aus zwei mit je einem Manometer verbundenen Luftkapseln von verschiedenster Form. Es ist ein Demonstrationsapparat von sehr weitgehender Verwendbarkeit, wie der Verfasser dies in dem vorliegenden Werkchen darthut. Er erweist sich in demselben als ein gewandter und erfahrener Experimentator. Zunächst werden 136 Versuche aus der Wärmelehre beschrieben, denen noch mehr als 20 Versuche über Joulesche Wärme, sowie eine weitere Zahl von Experimenten (137—158) zugefügt sind, in welchen allein das Manometer in Verwendung kommt. Zu bemerken ist, dass keiner der aufgeführten Versuche sich nur allein mit dem Looserschen Instrument ausführen liesse. Im Gegenteil hat die Benutzung desselben in manchen Versuchen etwas Erzwungenes; so z. B. bei Nr. 13 (65), wo für ein Clément-Désormessches Gefäss nur das Manometer des Thermoskops verwandt wird, oder bei Versuch 132, bei welchem ein Riesssches Luftthermometer an das Manometer angeschlossen wird. Übrigens ist dieses alte Instrument ein direkter Vorfahr des Thermoskopes.

Solange man sich auf blosse Demonstrationen und höchstens auf eine Ermittelung von Verhältniszahlen beschränkt, wird das Thermoskop gute Dienste thun. Ein Messinstrument, welches wirkliche Werte von physikalischen Konstanten auch nur für den Schulunterricht zu liefern vermag, ist es nicht, und solche kann man nicht entbehren. Das exakte Thermometer wird die Loosersche Experimentierkunst nicht ersetzen können. Und ob in Fällen, in denen man sonst (wie bei Versuchen über strahlende Wärme) die Thermosäule zu benutzen pflegte, nicht der über einer langen Skala spielende Lichtstreif des Galvanometers noch dem Looserschen Indikator vorzuziehen wäre, scheint kaum fraglich, ganz abgesehen davon, dass das Arbeiten stets nur mit einem einzigen Instrumente doch etwas recht Ermüdendes hat.

O. Behrendsen.

(Eingegangen 16. Januar 1902.)

R. Sissingh, ‚Sur quelques propriétés des systemes de lentilles photographiques'. (Arch. Néerland. d. Sc. Série II, Tome VI. 1901.)

Der Verfasser bespricht nach einer kurzen Einleitung die Bildhelligkeit und zeigt, dass diese sich mit der Objektentfernung ändert und zwar bei verschiedenen Typen in verschiedener Weise. Des weiteren erörtert er die Vorteile der Teleobjektive (starke Vergrösserung, geringer Bildabstand, geringe perspektivische Verzerrung). Hieran schliesst sich eine Bestimmung optischer

Konstanten (der Öffnung, des Bild- oder Umspannungswinkels und des Objektwinkels oder Gesichtsfeldes). Ferner wird die Orthoskopie der symmetrischen und hemisymmetrischen Systeme besprochen und bewiesen. Endlich werden die hyperchromatischen Linsen behandelt, welche aus zwei Komponenten von gleichem Hauptbrechungsindex und verschiedenem Zerstreuungsvermögen bestehen und gezeigt, dass man hierdurch entweder achromatische Kombinationen oder solche von übermässig grossem Gesamtzerstreuungsvermögen erhalten kann.

K. Strehl.

(Eingegangen 8. Februar 1902.)

Edwin Bidwell Wilson, ‚Vector Analysis'. New York und London 1901, 436 Seiten.

J. Williard Gibbs, der durch seine thermochemischen Forschungen berühmte Theoretiker, gab vor 20 Jahren eine kleine Schrift „Elements of vector analysis" heraus; dieselbe wurde nur in einem engeren Kreise verbreitet, im Buchhandel ist sie nicht erschienen. Aber auch derjenige, der jene Schrift kennen lernte, mochte bei der Originalität der Gibbsschen Ideen eine ausführlichere Darstellung seines Systemes der Vektoranalysis für erwünscht halten. Es ist mit Freude zu begrüssen, dass Herr E. B. Wilson jetzt, bei Gelegenheit des 200jährigen Jubiläums der Yale-Universität, eine solche Darstellung giebt. Wenngleich der Verfasser sich an Vorlesungen von Gibbs anlehnen konnte, so ist er doch in der Ausarbeitung durchaus selbständig gewesen; er hat sich bemüht, durch zahlreiche, der Geometrie, Mechanik und Physik entnommene Beispiele die Bedeutung der Vektormethoden zu erläutern.

Das Buch zerfällt in sechs Kapitel. Die ersten beiden behandeln Addition, Subtraktion, innere (skalare) und äussere (vektorielle) Multiplikation der Vektoren. Das dritte und vierte Kapitel überschreibt der Verfasser „Differential-" und „Integral-Rechnung" der Vektoren. Hier gelangt die Theorie der Vektorfelder zur Diskussion, für die bekanntlich der Hamiltonsche Operator

$$\Delta = i\frac{\partial}{\partial x} + j\frac{\partial}{\partial y} + k\frac{\partial}{\partial z}$$

von fundamentaler Bedeutung ist. Wie der Verfasser uns erzählt, hat man für dieses umgekehrte Delta den Namen „Atled" vorgeschlagen (Delta von hinten nach vorn gelesen). Er selbst sagt kurzweg „del". Wendet man das „del" auf einen Skalar an, so ergiebt sich der negativ genommene „Gradient" des Skalarfeldes; mit Vektoren nach Art des skalaren Produktes kombiniert, ergiebt sich ein Skalar, die „Divergenz", nach Art des vektoriellen Produkts kombiniert, ein Vektor, den man „curl" oder „Rotation" des ursprünglichen Vektors nennt. In der Gibbsschen Symbolik werden diese verschiedenen Anwendungen des „del" als ∇, $\nabla\cdot$, $\nabla\times$ unterschieden. Man erreicht offenbar die grösste Kürze, wenn man diese Symbole verwendet. Allein es entsteht die Gefahr, dass der Leser durch den Anblick aller dieser auf den Kopf gestellter Deltas kopfscheu gemacht wird. Der Referent hat daher in der Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften (Bd. IV, S. 14) das Symbol ∇ nur in der erstgenannten Bedeutung gebraucht und für die letzten beiden Symbole „div" bezw. „curl" geschrieben. Diese Schreibweise wird auch in dem vorliegenden Werke, neben der Gibbsschen, verwandt. Neuerdings scheint man dazu zu neigen, an Stelle von $-\nabla$ in der ersten Bedeutung „grad" zu schreiben, was vielleicht manches für sich hat.

Die beiden letzten Kapitel beschäftigen sich mit der Theorie der linearen Vektorfunktionen und der eng mit diesen verknüpften Theorie der Deformation kontinuierlicher Körper. Hier kommen bekanntlich sog. „Tensoren" zur Verwendung, Grössen, deren Komponenten sich auf wechselnde Koordinatensysteme wie Quadrate und Produkte von Vektorkomponenten transformieren. Gibbs hat eigentümliche symbolische Methoden des Rechnens mit diesen Grössen ersonnen, Methoden, die mit Quadraten und Produkten der i, j, k operieren. Die eingehendere Durcharbeitung dieser Ideen, ihre Ausdehnung auf geometrische Grössen dritter, vierter und höherer Ordnung mag in der Hand geschickter Geometer noch wichtige Ergebnisse zeitigen.

Wir wünschen dem neuen Werke viele Leser; mag es dazu beitragen, der Vektoranalysis neue Freunde zu gewinnen.

M. Abraham.

(Eingegangen 8. Januar 1902.)

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1899. Bd. I. Physik der Materie, redigiert von Rich. Boernstein u. K. Scheel. LXXVII u. 693 S. M. 26.—. — Bd. II. Physik des Äthers, redigiert von Rich. Boernstein u. K. Scheel. LII u. 935 S. M. 34.—. — Bd. III. Kosmische Physik, redigiert von R. Assmann. XLIII u. 544 S. M. 20.—. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1901.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1900. Bd. I. Physik der Materie, redigiert von K. Scheel. XXXV u. 357 S. M. 15.—. — Bd. II. Physik des Äthers, redigiert von K. Scheel. LII u. 794 S. M. 27.—. — Bd. III. Kosmische Physik, redigiert von R. Assmann. XLVIII u. 472 S. M. 18.—. Ebenda.

Was für eine weitverzweigte Verwaltung die Registratur, das ist für eine Wissenschaft die Einrichtung des Jahrbuches, in dem die gesamte Litteratur des betreffenden Jahres in wohlgeordneten und durch systematische Sach- und Autorenverzeichnisse leicht zugänglichen Referaten zusammengestellt wird.

Von der Zuverlässigkeit und Schnelligkeit dieser wissenschaftlichen Registratur hängt der Fortschritt und die Intensität der Forschungsarbeit in ganz hervorragender Weise ab, umsomehr, je gewaltiger die Masse der Litteratur anwächst, an deren Bewältigung ohne solche Hilfsmittel der Einzelne schon längst verzagen muss.

Die Erkenntnis von der Wichtigkeit einer solchen ordnenden und sichtenden Thätigkeit, die nur von einer opferwilligen Gemeinschaft vieler Mitarbeiter geleistet werden kann, war seinerzeit eines der wesentlichsten Motive zur Gründung der Berliner Physikalischen Gesellschaft. Und seit 1845 hat dieselbe das freiwillig übernommene Amt mit ihren Fortschritten der Physik zum Segen der Physik verwaltet.

Das Streben nach Vollständigkeit und die Grösse der gestellten, fast nur auf die selbstlose Hingabe der Mitarbeiter angewiesenen Aufgabe, bewirkte, dass allmählich zwischen dem Berichtsjahr und dem Ausgabejahr eine beträchtliche Phasenverschiebung eintrat, die in unserer schnellarbeitenden Zeit den Wert des Werkes in mancher Hinsicht illusorisch machte.

In der That entstand denn auch in den Beiblättern zu den Annalen der Physik ein Parallelunternehmen, welches seit 1876 mit allmonatlichen Heften den physikalischen Reporterdienst versieht.

So wertvoll heute jedem Physiker die Beiblätter sind, so machen sie und machten sie doch die Fortschritte nicht entfernt entbehrlich. Sie müssen stets einen ephemeren und provisorischen Charakter tragen, je schneller sie berichten. Denn mitten in dem Gewoge der litterarischen Erscheinungen lässt sich kein Ruhepunkt des Urteils gewinnen, ja es lässt sich bei der grösseren oder kleineren Zeit, die jede Zeitschrift braucht, um in die Hand des Referenten, und die wieder jedes Referat aus der Hand des einzelnen Mitarbeiters braucht, um zur Sammelstelle zu gelangen, nicht einmal auf eine chronologisch richtige Anordnung des Stoffes rechnen.

Anders mit dem Jahresbericht, der in Ruhe zusammengestellt wird, wenn das Jahr vorbei ist. Hier hat man schon die höhere kritische Warte. Man übersieht, welches die Hauptwellen waren, die gezogen kamen und die das mehr nebensächliche verwirrende Gekräusel längst aufgenommen haben. Kurz, es lässt sich ausser einer flüchtigen Einordnung in Fächer, wie sie die Beiblätter leisten, auch eine sorgfältige Ordnung innerhalb der Fächer selbst erzielen und eine gewisse Wertbezeichnung jedes Stückes vornehmen, entsprechend der Rolle, die es in der weiteren Entwicklung gespielt hat und voraussichtlich zu spielen berufen ist. Das leisteten die Fortschritte stets über die Beiblätter hinaus und das leisten mehr oder weniger auch die vorliegenden Bände. Ob sie es nicht noch weitgehender erreichen könnten und ob sie nicht gerade ihren Schwerpunkt auf diese Aufgabe legen sollten, sei zur Diskussion gestellt. Mir scheint das jedenfalls ein Ziel, welches mit Rücksicht auf die Beiblätter vielleicht wichtiger ist, wie das von dem energischen Vorstande und den geschickten Redakteuren jetzt erzielte Einbringen jener zeitlichen Verschiebung. Dass man in der That auch nach dieser Richtung hin zuarbeiten entschlossen ist, geht aus dem Vorworte zum Jahrgang 1900 hervor. Man hat an den Grenzgebieten energisch gekürzt und sich mehr auf das rein Physikalische beschränkt, obwohl darin m. E. im dritten Bande noch weiter hätte gegangen werden können. Ist erst die richtige Beschränkung gefunden, wird auch der kritischen Bewertung der Arbeiten durch den Grad ihrer Berücksichtigung vielleicht noch mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden können. Es wird das natürlich davon abhängen, wieweit man Mitarbeiter gewinnen kann, die ihr Gebiet thatsächlich beherrschen.

Vorerst darf dem Vorstande der deutschen physikalischen Gesellschaft und der Aufopferung der Redakteure und Mitarbeiter die Anerkennung für die Leistung nicht vorenthalten werden, die darin liegt, dass schon im November 1900 das Jahr 1899 und im Herbst 1901 das Jahr 1900 fertig vorlag. Auch der Verlagsbuchhandlung, der das Werk sicher keine Zinsen trägt, ist der Dank der physikalischen Wissenschaft gewiss. H. Th. Simon.

(Eingegangen 1. Dezember 1901).

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1902. Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Halbmonatliches Litteraturverzeichnis, redigiert von Karl Scheel und Richard Assmann. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1902. Preis für den Jahrgang 4 M.

Die unter obigem Titel neu erscheinende Zeitschrift soll als eine Art Vorläufer zu den jährlich erscheinenden „Fortschritten der Physik", ein halbmonatliches Litteraturverzeichniss nach Materien geordnet bieten. Ein derartiges Unternehmen ist bei dem enormen Umfang der heutigen Litteratur, der selbst das blosse Durchlesen eines ungeordneten Litteraturverzeichnisses schon zu einer zeitraubenden Arbeit macht, durchaus mit Freuden zu begrüssen.

Umsomehr ist es zu bedauern, wenn durch die Art der Ausführung der Zweck des Unter-

nehmens ernstlich in Frage gestellt wird. Zwei Umstände sind es, die hier störend wirken. Erstens die gänzlich antiquierte, der heutigen Systematik nicht mehr entsprechende Einteilung der Kapitel. Die Einteilung, die mit derjenigen der grossen „Fortschritte" übereinstimmt, ist seit Jahrzehnten niemals erneuert worden, sondern stets nur durch mehr oder weniger geschickte Einschachtelungen erweitert worden; die Folge davon ist es, dass gewisse zusammengehörige Erscheinungsgruppen in den „Fortschritten" gänzlich auseinandergerissen sind, während andererseits Dinge, die nichts miteinander zu thun haben, in einem Kapitel zusammenstehen. Einige Beispiele mögen dies erläutern: Man will sich über die Elektronentheorie informieren: hierhergehörige Arbeiten finden sich in Heft 1: 1. unter Optik § 14 (Phosphoreszenz und Fluoreszenz) wo man die Becquerelstrahlen recht unglücklich eingeschachtelt hat; 2. unter Wärme (!) § 22b (Sieden und Sublimieren, Kondensation) nämlich die Arbeit von W. Leume, Wirkung von Ionen auf den Dampfstrahl u. s. w.; 3. unter Elektrizitätslehre § 31 (Elektrische Maasse und Messungen), wo verschiedene Arbeiten über leitende Gase stehen, § 35 (Elektrisches Leuchten), § 36 (Magnetismus).

Ähnlich geht es mit den Arbeiten über die Temperaturstrahlung, die man je nach dem beobachteten Spektralbereich und je nach der Beobachtungsmethode (ob photometrisch oder bolometrisch), in § 12 (Spektrum), § 13 (Photometrie) oder aber in § 20 (Thermometrie) und § 24b (Wärmestrahlung) zu suchen hat.

Auch für die andere Folge der veralteten Einteilung, das Zusammenlegen gänzlich verschiedener Dinge in einen Paragraphen liessen sich viele krasse Beispiele anführen: Was haben z. B. die rein elektrochemischen Betrachtungen von G. C. Schmidt über die Färbung von Salzen durch Kathodenstrahlen mit „elektrischem Leuchten" (§ 35) zu thun, oder die Arbeit des Referenten über die scheinbare Masse der Elektronen mit „Phosphoreszenz und Fluoreszenz"?

All dieses würde schon genügen, um den Leser, wenn er nichts übersehen will, in die Notwendigkeit zu versetzen, doch immer das ganze Heft durchzulesen.

Noch schlimmer wird das Ganze aber dadurch, dass die Verteilung der Arbeiten in die einzelnen Paragraphen auf Grund der vorhandenen Einteilung nicht einmal konsequent durchgeführt ist; es scheint, als ob seitens der Redaktion im wesentlichen nach Stichworten gearbeitet wird. Das Wort „Elektromagnetismus" im Titel einer Arbeit scheint zu genügen, um die Einordnung in § 37 (Elektromagnetismus etc.) zu rechtfertigen; was hätte sonst die Arbeit von E. Cohn „Über die Gleichungen des elektromagnetischen Feldes für bewegte Körper" dort zu thun? Sie gehört ebenso wie die beiden andern in Heft 1 § 37 genannten Arbeiten nach § 25.

In Heft 4 findet sich gar eine Arbeit von O. W. Richardson „On the negative radiation from hot platinum". (Es handelt sich um Abgabe negativer Elektrizität!!) unter § 24b (Wärmestrahlung!!)

Zusammenfassend kann nur gesagt werden: Ein an und für sich nützliches Unternehmen, das jedoch nur dann gedeihen kann, wenn sich die Leitung desselben zu einer gründlichen Reform der unhaltbar gewordenen Einteilung entschliesst (es wäre das wohl eine dankbare Aufgabe für den wissenschaftlichen Ausschuss der Physikalischen Gesellschaft) und wenn andererseits die Redaktion mit etwas grösserer Sorgfalt gehandhabt würde. [Die letzten Hefte scheinen in dieser Hinsicht übrigens bereits einen gewissen Fortschritt aufzuweisen.]

W. Kaufmann.

(Eingegangen 25. März 1902.)

K. Zulkowski, Zur Erhärtungstheorie der hydraulischen Bindemittel. (Sonderabdruck aus „Die chemische Industrie".) 8°. 95 S. Berlin, R. Gärtners Verlag. 1901. M. 2.—.

Das Ziel des Verfassers war die Konstitution und Eigenschaften des Cementes aufzuklären, um dem Cementtechniker eine verlässliche wissenschaftliche Grundlage dieses Industriezweiges zu geben. Da die Abhandlung etwas aus dem Rahmen der Physikalischen Zeitschrift herausfällt, so kann sie nur kurz besprochen werden.

Um die Zusammensetzung des Cementes zu ermitteln, wurden die einzelnen Bestandteile, welche denselben zusammensetzen, unter grossen Schwierigkeiten einzeln dargestellt, genau untersucht und namentlich die Wassermengen bestimmt, welche diese Körper bei ihrer vollständigen Erhärtung binden. Der Verfasser stützt seine Analysen und Theorien in allen Fällen dadurch, dass er analoge Verbindungen herstellt, bei denen ein Element durch ein anderes, nicht im Cement enthaltenes ersetzt wird z. B. Calcium durch Baryum, Aluminium durch Eisen u. s. w. und nachweist, dass dieselben sich ebenso verhalten, wie die einzelnen Bestandteile des Cementes. Das Verfahren bestand darin, dass die einzelnen Bestandteile z. B. CaO und SiO_2 zusammengeschmolzen wurden; die mehr oder weniger gelungenen hydraulischen Produkte wurden fein pulverisiert, mit Wasser zu einer bildsamen Masse angerührt und daraus kleinere Ballen geformt, die mindestens 1 Monat in mit Wasser gefüllten und verschlossenen Pulver-

gläsern aufbewahrt wurden. Dabei wurde der Grad der Erwärmung, die Zeit der Bindung und endlich der erlangte Härtegrad beobachtet. Nach beendeter Erhärtung wurde die Menge des aufgenommenen Hydratwassers bestimmt, in vielen Fällen wurde auch der Gang des Hydratisierungsprozesses bestimmt.

Wenn z. B. Kieselsäure und Calciumoxyd im Verhältnis 1:2 zusammengeschmolzen werden, so entsteht das Dicalciummetasilikat $SiO_2 \cdot 2\,CaO$. Gleich nach seiner Darstellung zerrieselt es und zeigt keine hydraulischen Eigenschaften; wird es aber abgeschreckt, so resultiert eine kräftige hydraulische Verbindung. Dies erklärt sich daraus, dass zwei Modifikationen sich bilden, das inaktive Orthosilikat:

$$Si \left\{ \begin{array}{l} O{>}Ca \\ O \\ O{>}Ca \end{array} \right.$$

und das aktive basische Metasilikat:

$$Si\,O{<}^{O\cdot Ca}_{O\cdot Ca}{>}O;$$

wird das letztere mit Wasser zusammengebracht, so findet folgende Reaktion statt:

$$Si\,O{<}^{O\cdot Ca\cdot OH}_{O\cdot Ca\cdot OH} = Si{<}^{O}_{O}{>}Ca + Ca\,O_2\,H_2.$$

Es entsteht also Monocalciummetasilikat, ein Körper, der ein bedeutendes Quellungsvermögen besitzt, welches durch Kalkwasser und die Lösungen von Ätzalkalien und Baryt noch gesteigert wird. „Die Erhärtung, welche das Pulver des Dicalciummetasilikates erfährt, ist somit darauf zurückzuführen, dass bei der Einwirkung des Wassers das Monocalciummetasilikat entsteht, welches im Wasser, besonders im Kalkwasser quillt und die Poren der feuchten und starr gewordenen Masse mit steigendem Drucke anfüllt. Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass auch das entstehende Kalkhydrat viel zum Erhärten beiträgt. Es ist also der innere Druck, welcher die einzelnen Teilchen vereinigt, geradeso wie durch den äusseren Druck einer hydraulischen Presse feuchte pulverige Substanzen zu einem kompakten Ganzen vereinigt werden können. Eine derartige Quellung kann natürlich nur dann eine Erhärtung herbeiführen, wenn die quellende Masse an ihrer weiteren Volumzunahme gehindert wird. Wenn also die Quellung einer in Breiform befindlichen hydraulischen Substanz stattfindet, so dehnt der innere Druck sie nach allen Seiten auseinander und das Ganze zeigt wenig Zusammenhang."

Dies ist im wesentlichen die Theorie der Erhärtung des Verfassers. Mag man über dieselbe denken, wie man will — nach Ansicht des Referenten bedarf sie noch der Klärung —, jedenfalls kommt dem Verfasser das Verdienst zu, die einzelnen Bestandteile des Cementes genau untersucht und ihre Eigenschaften festgestellt zu haben, derart, dass wenn man einen Cement analysiert, man mit Hilfe der Formeln des Verfassers genau berechnen kann, wieviel Wasser derselbe bindet. Die so berechneten Zahlen stimmen sehr gut mit den beobachteten überein, so dass die chemischen Prozesse, welche die Erhärtung begleiten, jedenfalls aufgeklärt sind. G. C. Schmidt.

(Eingegangen 1. Februar 1902.)

J. Zacharias, Die Akkumulatoren zur Aufspeicherung des elektrischen Stromes, deren Anfertigung, Verwendung und Betrieb. 2. vollständig umgearbeitete und beträchtlich vermehrte Auflage. gr. 8°. XII u. 724 Seiten mit 294 Illustrationen. Berlin, Hermann Costenoble. 1901. M. 22.—.

Beginnend mit einer geschichtlichen Übersicht über die vor 1881 gemachten Beobachtungen über Polarisations-Zellen, die im wesentlichen dem Werke von J. Sack entnommen ist, und einer Einleitung, welche die Verwendungsarten und Grundbedingungen des Akkumulators hervorhebt, ordnet der Verfasser seinen Stoff in vier grössere Abschnitte:

a) Konstruktion der Akkumulatoren,
b) Materialkunde und Chemie,
c) Herstellung der Akkumulatoren,
d) Bau von Batterien und Apparaten.

Besonders reichhaltig ist die im ersten Abschnitt gebrachte Zusammenstellung der älteren und neueren Plattenkonstruktionen mit ausführlichen Abbildungen nebst Angaben über Dimensionen und Leistungsfähigkeit derselben. Ferner ist in diesem Abschnitt dem Einbau der Platten und den verschiedenartigen Konstruktionen der Zellen ein längeres Kapitel mit zahlreichen, den Text wirksam ergänzenden Abbildungen gewidmet. In gleicher Weise befriedigt durch seine Reichhaltigkeit der mit „Herstellung" überschriebene dritte Abschnitt. Derselbe bringt allgemeine Angaben über Fabrik- und Laboratoriumseinrichtungen, über Formen, Giess- und Schmiermaschinen, über das Formieren der einzelnen Plattentypen, endlich eine besonders für den Techniker wertvolle Übersicht über die bei der Aufstellung von Batterien zu verrichtenden Arbeiten, wie Isolieren der Gefässe, Löten mit Wasserstoffapparat u. a. Der gleiche Abschnitt enthält ferner in einem Kapitel, „Untersuchung der Zellen" überschrieben, eine Zusammenstellung von Untersuchungen älterer Forscher über einige Sekundärerscheinungen beim Elektrolysieren von Schwefelsäure, und behandelt im vorletzten Kapitel ausführlich die mit dem Nutzeffekt des Akkumulators zusammenhängenden Fragen, während das letzte Kapitel Fingerzeige über die Aufstellung von Preislisten und Daten über die Fabrikationskosten einiger Typen bringt.

Findet sich schon im dritten Abschnitt manches, was unter die allgemeine Überschrift nicht passt und übersichtlicher gesondert behandelt worden wäre, so ist dies im vierten Abschnitt über „Bau von Batterien und Apparaten" noch mehr der Fall. Neben Schaltungen, Schaltapparaten, Einrichtung von Akkumulatorenräumen behandelt derselbe in einem „Die Verwendung der Akkumulatoren" überschriebenen Kapitel das Zusammenarbeiten von Lademaschine und Motor mit Batterie, ferner die an Akkumulatoren in verschiedenen Betriebsarten gemachten Erfahrungen an Hand von der Praxis entnommenen Beispielen, die jedoch mit wenigen Ausnahmen der Zeit vor 1892 entstammen und daher kaum mehr geeignet sind, über den heutigen Stand der Akkumulatorentechnik ein richtiges Bild zu geben.

Was der Verfasser im Vorwort verspricht: „hauptsächlich der konstruktiven Anordnung und Ausbildung der einzelnen Teile den grössten Raum zu geben, während rein theoretische Erörterungen möglichst eingeschränkt werden sollen," hält das Werk. Fast alle in das Gebiet der Akkumulatoren schlagenden technischen Fragen werden, wenn auch meistens in wenig übersichtlicher Anordnung und ohne genügende Berücksichtigung der letzten Jahre, gestreift, während die theoretischen Kapitel eine etwas stiefmütterliche Behandlung deutlich erkennen lassen. So wirken die im zweiten Abschnitt „Materialkunde und Chemie" ohne eigene Kritik von seiten des Verfassers gegebenen Theorien über die Chemie des Akkumulators eher verwirrend als aufklärend; insbesondere sind die ebendaselbst gebrachten physikalischen Grundbegriffe mit grosser Vorsicht zu studieren, indem sie nicht nur mehrere störende Druckfehler, sondern direkte Unrichtigkeiten enthalten. C. Déguisne.

(Eingegangen 27. Februar 1902.)

R. Etzold, Zeitbestimmung mittels des Passage-Instruments. gr. 8°. 95 S. mit 37 Figuren. Leipzig, W. Diebener. 1901. M. 2.—.

Das vorliegende kleine Werkchen wendet sich nicht an Astronomen vom Fach, sondern an alle diejenigen, welche für gewerbliche Zwecke oder aus Liebe zur Sternenkunde genaue Zeitangaben zu haben wünschen. Besonders ist daher in sehr elementarer Weise das Problem der Zeitbestimmung mit kleinen Durchgangsinstrumenten namentlich solcher, wie sie die auf diesem Gebiet sehr rühmlichst bekannte Firma G. Heyde in Dresden herstellt, behandelt. Zahlreiche Diagramme und Abbildungen solch kleiner Instrumente erläutern den Text in zweckmässiger Weise. Dass es in einer solchen, von einem Laien verfassten Anleitung nicht überall ohne kleine Ungenauigkeiten abgeht, soll dem Werkchen aber durchaus nicht zum Vorwurf gemacht werden. An verschiedenen Stellen sind Angaben über Preis u. s. w. der speziellen Heyde'schen Instrumente eingeflochten. L. Ambronn.

(Eingegangen 16. März 1902.)

F. Giesel, Über radioaktive Substanzen und deren Strahlen. gr. 8°. 28 S. Mit 4 Abbildungen. (Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge VII, I.) Stuttgart, Ferdinand Enke. 1902. M. 1,20.

Mit historischen Betrachtungen über die Entdeckung dieser Strahlen beginnend, bespricht der Verfasser kurz die verschiedenen Nachweis- und Messmethoden derselben. Eingehender wird sodann die Radioaktivität des Uran, Thor und deren Mineralien behandelt, sowie der aus Pechblende gewonnenen Substanzen: einiger Gase, Polonium, Radium, Aktinium, einiger noch nicht mit Sicherheit erkannter Stoffe und des Radiobleis. Weiterhin spricht der Verfasser über die Schwierigkeit der Darstellung dieser Stoffe und über die Spektraluntersuchungen, die als neues Element unter den radioaktiven Körpern nur das Radium ergeben haben. In den nächsten Kapiteln werden die Eigenschaften der Strahlen behandelt: ihre Phosphorescenzwirkung, ihre chemischen, physiologischen und physikalischen Wirkungen, der Einfluss der Temperatur, die Einwirkung des magnetischen Feldes (durch einige Abbildungen erläutert), des elektrischen Feldes und die von P. und M. Curie nachgewiesene elektrische Ladung der einen Strahlenart. Das letzte Kapitel bespricht noch ausführlich die induzierte Radioaktivität, ein Ausdruck, der vom Verfasser in „eingeführte" Radioaktivität verdeutscht ist. Die besondere Eigenschaft der Luft als Träger der Induktion wird eingehend erörtert. Die Arbeit schliesst mit einer Betrachtung über die Natur der Becquerelstrahlen, deren Energiequelle uns vorläufig noch ein ungelöstes Rätsel ist.

Was die Litteraturangaben betrifft, so dürften dieselben nicht in allen Punkten vollständig sein. In dem Kapitel über chemische Wirkung der radioaktiven Substanzen wird z. B. über Färbungen von Steinsalz, Bromkalium, Flussspat u. s. w. durch Radium- und Kathodenstrahlen gesprochen, ohne dass die einschlägigen wichtigen Arbeiten von E. Wiedemann und G. C. Schmidt erwähnt werden. M. Reich.

(Eingegangen 8. März 1902.)

G.-A. Hemsalech, Recherches expérimentales sur les spectres d'étincelles. XVI und 138 S. Paris, Librairie scientifique A. Hermann, 1901.

In einer Reihe von Arbeiten, die der Verfasser teils allein, teils in Gemeinschaft mit

Schuster veröffentlichte, wurden Versuche und Methoden beschrieben, die in die verwickelten Verhältnisse im elektrischen Funken eine Einsicht gewähren sollten, und in die Abhängigkeit des vom Funken gelieferten Spektrums von den Vorgängen in demselben.

Speziell bearbeitete Verfasser wohl als Hauptfrage, die Änderung der relativen Intensitäten der Spektrallinien, wie sie durch Einschalten verschiedener Selbstinduktionen in den Kreis der Funkenstrecke bewirkt wird. Auf Grund dieser Untersuchungen gelang es dem Verfasser, die Linien in drei Gruppen mit charakteristischen Eigenschaften zu teilen; Linien, die mit Vermehrung der Selbstinduktion rapid an Intensität verlieren, solche, die kontinuierlich, aber langsam schwächer werden, und solche, die zuerst schwächer werden, ein Minimum erreichen, dann wieder bis zu einem Maximum stärker werden, um dann von neuem abzublassen.

Diese mannigfachen, zum grössten Teile in den letzten Bänden der Comptes rendus und des Journal de physique veröffentlichten Arbeiten sind im vorliegenden Buche zusammengestellt; die Versuchsanordnungen werden eingehender beschrieben und ein detailliertes Zahlenmaterial gegeben. Bei den Versuchen über den Funken selbst sind diejenigen von Feddersen und J. J. Thomson in den Text mit eingefügt.

Ein weiterer Teil des Buches enthält die Funkenspektren von 14 Metallen nach eigenen Messungen des Verfassers, denen die Zahlen anderer Forscher über die jeweilig gleichen Gegenstände gegenüber gestellt sind, mit Angabe der Intensitäten im Bogen, gewöhnlichen und oszillierenden Funken, ferner das Luftlinienspektrum, wie es sich bei den Aufnahmen mit den verschiedenen, die Funkenstrecke bildenden Metallen mitphotographiert und das Stickstoffbandenspektrum des negativen Poles.

C. Fritsch.

(Eingegangen am 24. Februar 1902.)

E. Vogel, Taschenbuch der praktischen Photographie. 8. und 9. Auflage. 12⁰. VI u. 319 Seiten mit vielen Abbildungen u. 7 Tafeln. Berlin, Gustav Schmidt. 1901. M. 2.50.

E. Vogels Taschenbuch der Photographie hat sich durch seine früheren seit 1891 erschienenen Auflagen einen solch grossen Kreis von Freunden erworben, dass es einer besonderen Empfehlung der neuen Bearbeitung kaum bedarf. Die Anordnung des Stoffes ist, wie früher, durchaus übersichtlich, die Darstellung klar und durch instruktive Abbildungen unterstützt.

Leider ist der Verfasser vor einigen Monaten seinem Vater H. W. Vogel allzufrüh im Tode nachgefolgt; möge das vorliegende Werkchen dem verdienstvollen Forscher, dem Erfinder der Celluloid-Films, bei allen Freunden der Photographie ein dauerndes Andenken sichern!

Karl Schaum.

(Eingegangen am 16. Februar 1902.)

Tagesereignisse.

Wie seit längerer Zeit in Göttingen, sollen auch an der Berliner Universität in diesem Sommersemester zum ersten Male Vorlesungen über Maschinenkunde für Chemiker abgehalten werden. Mit dieser Aufgabe ist vom preussischen Kultusministerium Regierungsrat v. Ihering betraut worden. Die Vorlesungen sollen vier Hauptabschnitte behandeln. Besonders wird darauf Wert gelegt, dass in grossen Zügen ein Überblick über die wichtigsten Typen des Maschinenwesens geboten werden soll. Im ersten Abschnitte der Vorlesungen sollen die Kraftmaschinen behandelt werden. Der zweite Abschnitt ist den Arbeitsmaschinen im allgemeinen gewidmet. Hier sollen die Maschinen zur Herbeischaffung der Materialien und die Einrichtungen zur Formveränderung besprochen werden. Dann sollen die Misch- und Trennvorrichtungen sowie die Mittel zur Kälte- und Wärmelieferung erörtert werden. Zum Schlusse werden mustergültige Anlagen geschildert und in Exkursionen besichtigt.

Die Jahresversammlung der Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft findet am 9. und 10. Mai in Würzburg statt.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Die Professur für Maschinenbau an der Technischen Hochschule zu Aachen ist dem Regierungsbaumeister Obergethmann, die Professur für Hüttenkunde an der Bergakademie zu Freiberg dem diplom. Hütteningenieur Schiffner übertragen worden.

An der Universität Graz wurde Ferdinand Heinrich als Privatdozent für Chemie, an der Technischen Hochschule zu München Martin Kutta als Privatdozent für angewandte und reine Mathematik zugelassen.

Der Professor der Chemie an der Universität St. Petersburg Menschutkin ist in den Ruhestand getreten; der Professor der Mathematik an der Universität Leiden van Geer wird mit Ende des Semesters die Professur niederlegen.

Am 19. April starb der Professor der Chemie und Vorsteher des Chemischen Instituts an der Universität Tübingen, Freiherr von Pechmann, am 12. April in Paris der Professor der Physik an der École polytechnique, Alfred Cornu.

Die Staatsminister von Weimar, Meiningen, Altenburg und Gotha haben dem Prof. Abbe ihren Dank für die reiche Zuwendung der Karl-Zeiss-Stiftung an die Universität ausgesprochen und ihm dabei die folgende, durch ihren Inhalt aussergewöhnliche und charakteristische Adresse überreicht: „Dem genialen Förderer der Wissenschaften, dem opferfreudigen Gründer der Karl-Zeiss-Stiftung, dem wahren Freunde der Universität Jena, Herrn Prof. Dr. Abbe in Jena, sprechen für seine hochgesinnte Mitwirkung bei Neugestaltung der akademischen Besoldungsverhältnisse die grossherzoglich und herzoglich sächsischen Staatsministerien hierdurch Dank und Anerkennung aus."

Den Zwölftausend Mark-Preis der Hamburger Otto Vahlbruch-Stiftung hat in diesem Jahre Prof. Dr. Ludwig Boltzmann in Leipzig für seine Theorie der Gase erhalten.

Die Gesellschaft der Wissenschaften in Christiania wählte zu auswärtigen Mitgliedern: Prof. van't Hoff in Berlin, Prof. Abegg in Breslau, Prof. Haun in Wien.

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.